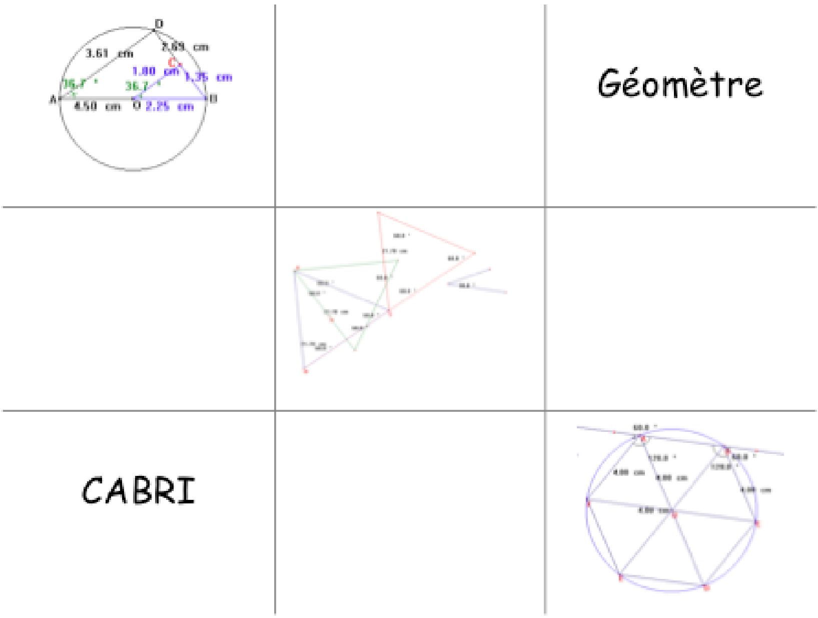
Universidade de Aveiro Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa
2005

Renata Manuel Moreira da Silva

Análise e avaliação do Cabri-Géomètre – um estudo no 9º ano de escolaridade no âmbito da Geometria



Universidade de Aveiro Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa
2005

Renata Manuel Moreira da Silva

Análise e avaliação do Cabri-Géomètre – um estudo no 9º ano de escolaridade no âmbito da Geometria

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Multimédia em Educação, realizada sob a orientação científica da Doutora Isabel Cabrita, Professora Auxiliar do Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro

O Júri

Presidente

Doutor António Mendes dos Santos Moderno, Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

Doutor Bento Duarte da Silva, Professor Associado do Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho

Doutora Isabel Maria Cabrita dos Reis Pires Pereira, Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro (Orientadora)

Agradecimentos

À minha querida orientadora, Doutora Isabel Cabrita que, com um carinho especial, com a sua força, dedicação, amizade e cumplicidade, me guiou para o caminho do sucesso. A sua disponibilidade total, os seus comentários oportunos, as ideias partilhadas, a confiança depositada e o incentivo constante iluminaram o meu trabalho.

Ao Doutor António Moreira pela ajuda prestada nos momentos de "aflição" e pela troca de experiências que me fizeram prosperar nesta área.

À minha família, especialmente pais e meiga maninha, pelo incondicional apoio e por toda a energia e confiança que me transmitiram nesta longa caminhada.

Ao Bruno, o meu doce namorado, que me ajudou a superar as fases mais difíceis deste trabalho, com o seu amor, carinho e ternura, tranquilizando-me nos momentos emocionais mais fortes e acreditando que esta dissertação seria possível.

Aos meus fiéis amigos que compreenderam a minha ausência e nunca deixaram de me dar força para lutar, contribuindo para alguns passos do estudo.

Aos meus colegas de Mestrado, pois juntos formamos *uma comunidade aprendente* que se apoiou e colaborou mutuamente. Especialmente, às minhas amigas Cristina Canês que, com a sua experiência me fez crescer e com a sua amizade e confiança me fez acreditar e Inês Lobo, que esteve sempre presente com o seu apoio, força e amizade. Foram, sem dúvida, uma excelente "bengala".

À Escola que tornou possível a implementação da investigação, aceitando a minha proposta e disponibilizando todos os recursos para a sua concretização.

Aos meus maravilhosos alunos que participaram com gosto e dedicação no estudo desenvolvido, sempre preocupados com o seu desempenho para o sucesso da experiência.

Palavras-chave

Software educativo, Cabri-Géomètre, avaliação, paradigma Squires & McDougall, matemática.

Resumo

As inúmeras vantagens que têm sido atribuídas ao uso do computador no processo de ensino e de aprendizagem da matemática e, em especial , da geometria, têm conduzido ao desenvolvimento de inúmero software educativo, muitas das vezes de qualidade duvidosa, apostando em aspectos técnicos e estéticos em detrimento dos científicos e didácticos.
Com o objectivo de facilitar a "avaliação" de software existente no mercado, têm sido criados instrumentos específicos, eles próprios apresentando diversas limitações, nomeadamente, – revelam-se demasiado centrados num tipo de software, tendo de sofrer alterações para se adequarem aos mais recentes; apresentam-se muito extensos e propondo o mesmo peso (quantitativo) para os diversos critérios adoptados; valorizam as dimensões técnicas e estéticas e não distinguem o processo de análise ou avaliação 'analítica' do processo de avaliação 'interpretativa'.
Squires & McDougall propõem uma alternativa a este tipo de instrumentos apresentando um paradigma que enfatiza a interacção das perspectivas do '*designer*-professor', do '*designer*-aluno' e do 'professor-aluno(s)'.
Assim, pretende-se com a presente dissertação de Mestrado analisar e avaliar um Ambiente (Dinâmico) de Geometria Dinâmica (A(D)GD) – Cabri-Géomètre – à luz da proposta de Squires & McDougall.
Neste contexto, realizou-se um 'estudo de caso', com ligações à investigação-acção, cuja recolha e tratamento dos dados assentou num paradigma, essencialmente, qualitativo. A experiência envolveu uma turma integral de 9º ano de escolaridade, com 23 alunos, em que, a professora era também a investigadora. Após se concluir favoravelmente da adequação do Cabri-Géomètre à planificação da Unidade Didáctica estruturada, deu-se início à parte experimental composta por 12 sessões – aplicação do Questionário Inicial; exploração livre do Cabri-Géomètre e elaboração do relatório de descobertas; aplicação do pré-teste; aplicação das 5 fichas de trabalho; aplicação do pós-teste e do Questionário Final.
Para a recolha de dados foram privilegiadas as técnicas do inquérito e da observação (directa), suportadas por diversos instrumentos – questionários, teste, diário, registo vídeo, documentos e artefactos e conversas informais com os alunos.
Da análise dos resultados, concluiu-se que as hipóteses formuladas no processo de avaliação 'analítica' foram confirmadas pelo processo de avaliação 'interpretativa'. Assim, o Cabri-Géomètre permitiu uma abordagem efectiva da unidade em estudo, apresentando elevados níveis de controlo, desafio e complexidade e possibilitando verdadeiras interacções entre professor-aluno(s) e aluno-aluno.
Além disso, esse A(D)GD e o paradigma de Squires & McDougall revelaram-se mutuamente resistentes.

Keywords

Educational software, Cabri-Géomètre, evaluation, Squires & McDougall's paradigm, mathematic.

Abstract

The innumerable advantages that have been attributed to the use of the computer in the process of education and learning of Mathematics and, specially, of Geometry, have led to the development of several educational software titles, most of the times with questionable quality, driven by technical and aesthetic aspects instead of scientific and didactic ones.
With the purpose of assisting the "evaluation" of existing software in the market, specific instruments have been created that present some limitations. Such limitations have to do with aspects like they are too centered in a type of software and have to suffer modifications so as to be adjusted to most recent ones; they are adopted very extensively and consider the same weights (quantitative) for diverse criteria; they value the techniques and aesthetic dimensions not distinguishing the process of analysis or 'analytical' evaluation from the process of 'interpretative' evaluation.
Squires & McDougall present an alternative to this type of instruments consisting on a paradigm that emphasizes the interaction of the perspectives of the '*designer*-teacher', the '*designer*-student' and the 'teacher-student(s)'.
Thus, the purpose of the present MA dissertation is to analyze and evaluate a Dynamic Geometry Environment (DGE) – Cabri-Géomètre – having in mind this paradigm.
In this context, a 'case study' was implemented with links to action-research, whose collection and treatment of data rested on an essentially qualitative paradigm. The experiment involved an whole class of 23 9th grade Basic Education students, whose teacher was simultaneously the researcher herself.
Having concluded that Cabri-Géomètre was adequate to the planning of the structured Didactic Unit, the experimental part of 12 sessions began with (i) application of the Initial Questionnaire; (ii) free exploration of Cabri-Géomètre and elaboration of the report on findings; (iiI) application of the pre-test; (iv) application of 5 worksheets; (v) application of the post-test and the Final Questionnaire.
For the collection of data questionnaires and direct observation techniques were used and supported by several instruments - questionnaires, test, log-book, video recordings, documents and artefacts, and transcripts from informal dialogues with the students. We concluded, from the analysis of results, that the hypotheses formulated in the 'analytical' evaluation process were confirmed by the process of 'interpretative' evaluation. Thus, Cabri-Géomètre allowed for an effective exploration of the unit under study, fostering high levels of control, challenge and complexity, and facilitating the emergence of true teacher-student(s) and student-student interactions.
Moreover, this DGE and the Squires & McDougall's paradigm have proved to be mutually resistant.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE GRÁFICOS

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1. Incentivos ao estudo

Assistimos, neste início de século, a progressos tecnológicos nunca antes alcançados, nem com tamanha rapidez. Sem dúvida, que não é difícil obter unanimidade quando falamos da importância crescente das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nas novas formas de difusão da Informação e construção do Conhecimento nas Sociedades actuais.

Assim, um dos grandes desafios que se coloca à educação dos nossos dias é a integração das tecnologias na escola, visto que a capacidade desta responder aos desafios da actualidade e do futuro é contabilizada pela eficácia com que a tecnologia é integrada nos currículos escolares (Silva, 2003). "Face à informatização da vida profissional, à difusão das tecnologias na vida quotidiana, à multiplicação das fontes de informação e de cultura, a escola tenta uma vez mais «digerir» estas mudanças para continuar a cumprir a sua missão" (Lajus & Magnier, 1998, p. 14).

O computador é uma das ferramentas que se adequou aos objectivos do currículo, permitindo o desenvolvimento da autonomia e responsabilidade dos alunos através de actividades mais abertas e criativas (Abrantes, 1997).

Proporciona, ao aluno, ser o centro do processo de ensino e de aprendizagem, permite a exploração de problemas que, de outra forma, por exemplo, com papel e lápis, seriam muito difíceis, se não impossíveis de executar e possibilita o uso de materiais de qualidade, bastante superiores aos tradicionais. Desde modo, pode enriquecer o contexto de aprendizagem sendo, por isso, reconhecido como propiciador de potentes ambientes de ensino e de aprendizagem (Coelho, 1995).

No caso concreto da Matemática, os computadores possibilitam a visualização e a manipulação de objectos matemáticos de um modo bem diferente da tecnologia do papel e lápis. O objectivo é colocar os alunos perante problemas reais que, quando realizados, estimulem o interesse do aluno pela Matemática e sua aplicação (Matos, 1997).

O grande desafio está, tal como afirma o matemático espanhol Miguel de Guzman, em conseguirmos preparar os nossos alunos para "o diálogo inteligente com as ferramentas que já existem, com as que os alunos já dispõem e que outros irão dispor num futuro quase presente" (Silva, 2003, p. 2).

Laborde (em Coelho, 1995) refere que à medida que os computadores foram sendo introduzidos na Matemática, variados softwares têm sido produzidos com o objectivo de potenciar os processos de aprendizagem, em especial os Ambientes (Dinâmicos) de Geometria Dinâmica (A(D)GD's), que permitem uma abordagem e estudo da geometria, área tão importante e que tem sido tão negligenciada, de uma forma inovadora.

O ambiente em que a geometria é explorada influencia, de modos diversos, a aquisição de saberes. Aprender geometria com instrumentos, como o papel, o lápis, a régua e o compasso é diferente de aprender recorrendo a materiais manipuláveis. Por sua vez, é diferente de aprender com recurso a ambientes computacionais de aplicações dinâmicas, que permitem uma aprendizagem mais activa e estimulante (Matos e Piteira em Coelho e Saraiva, 2002).

Os Ambientes (Dinâmicos) de Geometria Dinâmica e, mais concretamente o Cabri-Géomètre, têm sido, frequentemente, referidos como uma importante ferramenta na abordagem da geometria (Bellemain, 1992; Coelho, 1995; Junqueira, 1995a; Sangiacomo, 1996; Leme da Silva, 1997; Rodrigues, 1997; Junqueira e Valente, 1998; Ponte, Matos e Abrantes, 1998; Bellynck, 1999 e Coelho e Saraiva, 2002), parte da Matemática de extrema importância, mas cujo processo de ensino e de aprendizagem é considerado muito problemático (Bellemain, 1992; Coelho, 1995; Junqueira, 1995a; Sangiacomo, 1996; Leme da Silva, 1997; Rodrigues, 1997; Veloso, 1998; Neto, 1998; Bellynck, 1999; Piteira 2000 e Barbosa, 2002).

No entanto, tal ferramenta não tem sido alvo de investigações didácticas muito profundas e contínuas. Assim, e apesar de concebido por um grupo multidisciplinar que engloba matemáticos e educadores matemáticos, convém ser analisado e avaliado relativamente às interacções '*designer*-professor', '*designer*-aluno' e 'professor-aluno(s)', na perspectiva de Squires & McDougall (1994, 1998, 2001) e de McDougall & Squires (1997).

No âmbito de investigação que aqui se descreve, analisou-se e avaliou-se este A(D)GD — Cabri-Géomètre — enquanto eventual proporcionador de uma aprendizagem mais dinâmica, mais motivadora, mais eficaz e eficiente contribuindo para o desenvolvimento de competências matemáticas, nomeadamente, geométricas.

A escolha deste tema deve-se, em primeiro lugar, ao facto de estar directamente relacionado com a área profissional das investigadora e orientadora – a Matemática – e, em segundo lugar, pelo facto da Geometria, apesar de ser uma área muito importante, ser muitas vezes preterida em relação a outras e/ou não ser devidamente abordada (Veloso, 1998; Mammana & Villani, 1998; Neto, 1998; Ponte, 2003). A opção pelo Cabri-Géomètre prende-se com diversos factores, essencialmente:

- não ter sido submetido a um processo rigoroso de análise e avaliação na perspectiva que aqui se defende;
- não haver muita investigação com este A(D)GD que envolva o 3º Ciclo do Ensino Básico (CEB) e, mais concretamente, o 9º ano de escolaridade;
- ser um software que alia a potência à facilidade de exploração;
- ter sido concebido por uma equipa que integra matemáticos e educadores matemáticos.

2. Problemática da investigação

A utilização exponencial da informática, em praticamente todas as áreas do conhecimento, e a facilidade com que, hoje em dia, se produz o mais variado e atraente software, faz com que aumente o seu processo de desenvolvimento preocupando-se, as equipas que o produzem, com a satisfação fácil e imediata do público visado.

Nesta perspectiva, e mesmo no que ao software educativo diz respeito, com todos os problemas que daí advêm, investem fortemente em aspectos técnicos e estéticos em detrimento dos aspectos científicos e didácticos, a que a escassez de rigorosos processos de análise e posterior avaliação, junto do público alvo, não é alheia.

Por outro lado é sabido que uma das principais características que identifica o ensino tradicional da matemática, em geral, e da geometria, em particular, é o quase total controlo, exercido pelo professor, sobre os conteúdos a leccionar. Contudo, a aprendizagem matemática deveria realizar-se através de indução e generalização. Os computadores poderiam funcionar como poderosos aliados e facilitadores deste tipo de aprendizagem, pela interactividade que permitem estabelecer e pelo controlo que possibilitam ao aluno (Coelho, 1995).

Conscientes desta situação, uma equipa composta por matemáticos e educadores matemáticos criou um A(D)GD – Cabri-Géomètre –, que permite a construção de figuras geométricas e a exploração das mesmas de forma dinâmica.

Há já fortes indícios de que tal ambiente computacional, pode contribuir, de forma fundamental, para uma nova relação entre professores, alunos e o processo de ensino e de aprendizagem da geometria, permitindo desenvolver capacidades de visualização espacial, de raciocínio e de argumentação, essenciais na época actual e no futuro (Bellemain, 1992; Coelho, 1995; Junqueira, 1995a; Sangiacomo, 1996; Leme da Silva, 1997; Rodrigues, 1997; Junqueira e Valente, 1998 e Bellynck, 1999).

Em relação ao papel do professor, poderá permitir que seja um facilitador da aprendizagem, estimulando a descoberta e a pesquisa através de actividades de exploração, o espírito crítico, a imaginação e intuição do aluno deixando-lhe liberdade nas suas abordagens às tarefas de modo a permitir-lhe desenvolver a sua autonomia. Em relação ao parâmetro da diversificação do ensino, tão pretendido por diversos educadores, pode ser rentabilizado com a utilização do Cabri, que proporciona uma variedade de situações de aprendizagem, tendo em conta os interesses, as capacidades, o ritmo e as aptidões do aluno (Veloso, 1988).

Relativamente ao aluno, poderá permitir que seja activo nas suas aprendizagens, através da exploração e manipulação de figuras geométricas, que formule e teste conjecturas e que (re)descubra propriedades, construindo o seu conhecimento.

Deste modo, o Cabri poderá proporcionar novas abordagens da geometria, tornando a aprendizagem deste tema mais estimulante, permitindo ao aluno ser activo na busca do conhecimento, permitindo-lhe maior autonomia.

Não obstante este A(D)GD já ter sido alvo de algumas investigações (Bellemain, 1992; Coelho, 1995; Junqueira, 1995a; Sangiacomo, 1996; Leme da Silva, 1997; Rodrigues, 1997; Bellynck, 1999 e Carvalho, s/d), em Portugal não o tem sido com a sistematicidade necessária, principalmente ao nível do 3º Ciclo do Ensino Básico e principalmente na perspectiva de Squires e McDougall (1994, 2001). A mais valia da proposta destes autores tem a ver com o facto de distinguir, nitidamente, o processo de selecção, ou análise, do processo de avaliação que mais interessa no âmbito deste estudo – "sumativa" –, junto do público alvo.

Por outro lado, centra a sua atenção na interacção entre as perspectivas do '*designer*-professor', '*designer*-aluno' e 'professor-aluno(s)'.

Relativamente à primeira interacção referida – entre as perspectivas do '***designer*-professor**' –, o criador do programa deve ter em conta o currículo e, principalmente, que o professor se deve assumir como interveniente principal no processo de desenvolvimento e de gestão curricular.

No que respeita à interacção '***designer*-aluno**' é importante que o programa permita que o utilizador se sinta familiarizado com o software, que lhe desperte a atenção, que o motive pelo simples olhar, para que seja mais agradável utilizá-lo como instrumento auxiliar da sua aprendizagem. O primeiro impacto que o software crie é essencial para a motivação do aluno e para o êxito na realização das tarefas propostas. No entanto, o essencial é que o software (salvo raras excepções) assente numa perspectiva construtivista da aprendizagem, a qual pode, mais facilmente, ser determinada pela consideração, conjunta, de 3 heurísticas principais:

- O nível de controlo por parte do utilizador;
- O nível de complexidade do material;
- O nível de desafio sentido pelo utilizador.

A última interacção considerada envolve dois actores que são reais, que interagem em termos directos e sociais participando, em simultâneo, nas actividades da sala de aula – **professor** e **aluno(s)**. Neste caso, importa analisar se o software pode potenciar a interacção na sala de aula, entre professor e aluno(s) e entre estes, que está na base de experiências de aprendizagem ricas. No fundo interessa verificar em que medida é que o *designer* esteve atento aos novos papéis que professores e alunos podem assumir ao usar o software.

3. Finalidades e questões de investigação

Neste contexto, com o estudo desenvolvido pretendia-se analisar e, posteriormente, avaliar, com alunos do 9º ano de escolaridade, as potencialidades do Cabri-Géomètre, versão II para português, e as condições que favorecem o desenvolvimento de competências tecnológicas e geométricas, transversais e específicas. Tal processo de análise e avaliação incidiu, essencialmente, sobre as interacções entre as perspectivas '*designer*-professor', '*designer*-aluno' e 'professor-aluno(s)', inferindo-se, ainda, da resistência da proposta de Squires & McDougall a tal versão do Cabri-Géomètre. Assim, e mais concretamente, a investigação perseguia, como principal finalidade, analisar e avaliar em que medida e em que condições a exploração do Cabri-Géomètre, a nível do 9º ano de escolaridade:

- permite uma abordagem efectiva e inovadora de tópicos de Geometria;
- se inscreve numa perspectiva construtivista da aprendizagem pautada por elevados níveis de desafio, controlo e complexidade;
- fomenta interacções efectivas entre professor e alunos.

4. Implicações do estudo

As principais implicações do estudo prendem-se, por um lado, com as potencialidades e/ou facilidades do Cabri-Géomètre e, por outro lado, com as condições que permitem tirar o máximo partido da utilização desse A(D)GD como ferramenta de apoio ao processo de ensino e de aprendizagem da matemática, nomeadamente da geometria, numa perspectiva inovadora.

Assim, o estudo trará implicações para a Formação de Professores – Inicial, Profissionalizante, Complementar, Pós-graduada e Contínua – e para os conceptores e criadores de software para que passem a equacionar as valências técnicas, estéticas, científicas e didácticas de igual modo. Isso obriga à consideração de equipas multidisciplinares que integrem não só informáticos e *designers* como também especialistas da área científica e didactas dessas mesmas áreas.

5. Estrutura da dissertação

A dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos: Introdução; Enquadramento teórico; Metodologia; Análise dos dados recolhidos e Conclusões, limitações, implicações e sugestões. Seguem-se a Bibliografia e os Anexos.

O primeiro capítulo é composto por cinco subcapítulos, iniciando-se por explicitar quais os factores e incentivos que conduziram à realização do estudo, dando-se ênfase ao desafio colocado pelo surgimento das TIC e pelo crescimento de variado software educativo, bem como à proposta de Squires & McDougall (1994, 2001) de análise e avaliação de software, a qual se aplicou ao Cabri-Géomètre – objecto de estudo da investigação desenvolvida. De seguida, descreve-se a problemática da investigação focando-se, essencialmente: i) a existência de inúmero software com qualidades científicas e didácticas duvidosas, a que a inexistente cultura de uma séria avaliação não é alheia, e que, inevitavelmente, poderá entrar no sistema educativo e; ii) a forma como a geometria continua a ser abordada na escola. Acredita-se que tal situação poderá ser ultrapassada por uma adequada exploração de software que resista a rigorosos processos de análise e avaliação. Segue-se o ponto – Finalidades e questões de investigação e finaliza-se o capítulo com as principais Implicações do estudo e a Estrutura da dissertação.

No segundo capítulo abordam-se dois grandes temas: Para uma cultura escolar renovada da Geometria e Análise e avaliação de software educativo. Relativamente ao primeiro faz-se referência à abordagem da Matemática e da Geometria, em particular. De seguida, reflecte-se sobre a importância da Geometria ao longo dos tempos como conteúdo consagrado ou de completo desinteresse em favor de diferentes matérias. Posteriormente, aborda-se o tema dos Ambientes (Dinâmicos) de Geometria Dinâmica, salientando-se a perspectiva construcionista da aprendizagem, que valoriza a construção do conhecimento, pelo próprio aluno, na interacção com o próprio artefacto, através da pesquisa e investigação, permitindo-lhe ser autónomo e responsável pela sua aprendizagem. Posteriormente comparam-se alguns dos principais softwares específicos da Geometria – o Geometer's Sketchpad, o Cinderella e o Cabri-Géomètre –, referindo-se estudos realizados, principalmente, com esta última ferramenta de trabalho. Apresentam-se, finalmente, as principais características (menus, comandos e funcionalidades) do Cabri. O segundo tema, alerta para a vasta quantidade de software "educativo" existente no mercado, bem como para os diversos instrumentos criados para os "avaliar" – 'grelhas' ou 'listas de verificação' – que, na sua maioria, se apresentam inadequados. Assim, expõe-se e reflecte-se sobre a proposta de Squires & McDougall (1994, 2001) para analisar e avaliar software educativo, a qual se irá aplicar ao Cabri-Géomètre.

O terceiro capítulo é constituído por 6 subcapítulos, no primeiro dos quais se justificam as opções metodológicas que se adoptaram para a realização do estudo. No segundo ponto explicita-se o design experimental seguido; no terceiro, caracteriza-se a escola onde se elaborou o estudo e os principais participantes no mesmo – professora e alunos; no quarto momento descrevem-se as técnicas e instrumentos de recolha de dados utilizados na experiência; no quinto, explicitam-se as fases seguidas na parte experimental e todos os procedimentos adoptados e, por fim, no sexto ponto, descreve-se o tratamento dos dados.

No quarto capítulo descrevem-se e tenta-se interpretar os dados recolhidos através dos instrumentos aplicados na experiência.

No quinto e último capítulo explicitam-se as principais conclusões e limitações emergentes do estudo.

Termina-se, este documento, com uma parte relativa a bibliografia e anexos.

CAPÍTULO II – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

- Para uma cultura escolar renovada da Geometria

- Análise e avaliação de software educativo

Este capítulo encontra-se dividido em dois subcapítulos, um subordinado ao tema da Geometria, o outro relativo à análise e avaliação de software educativo.

O primeiro subcapítulo – 'Para uma cultura escolar renovada da Geometria' – inicia com uma abordagem geral sobre a disciplina de Matemática e, em particular, do tema da Geometria, partindo-se para uma análise desta ao longo dos tempos e descrevendo-se propostas futuras de como se poderia alterar, favoravelmente, o seu processo de ensino e de aprendizagem. De seguida referem-se os recentes Ambientes (Dinâmicos) de Geometria Dinâmica como propulsores de um ensino e aprendizagem renovados, motivadores e significativos, começando-se por defender algumas perspectivas de aprendizagem mais indicadas para este processo, englobadas numa teoria mais vasta – a construtivista. Assim, expõem-se as principais ideias subjacentes ao construcionismo, ao sócio-construtivismo e ao construtivismo comunal. Seguidamente comparam-se alguns dos softwares mais divulgados – Cabri-Géomètre, Geometer´s Sketchpad e Cinderella – referenciando-se alguns estudos efectuados em Portugal e no estrangeiro com e sobre estes ambientes. Termina-se com a análise do Cabri-Géomètre descrevendo-se as suas principais características ao nível de interface, funcionalidades e potencialidades.

No segundo subcapítulo – 'Análise e avaliação de software educativo' – salienta-se, primeiramente, a necessidade de analisar e avaliar software educativo, descrevendo-se de seguida, alguns dos instrumentos elaborados para tal tarefa, suas fragilidades e limitações, explicitando-se, por fim, a proposta de David Squires & Anne McDougall, que se adoptou nesta investigação e que assenta na interacção entre as perspectiva '*designer*-aluno', '*designer*-professor' e 'professor-aluno(s)'.

1. Para uma cultura escolar renovada da Geometria

Segundo o NCTM (1994) existem cinco objectivos gerais, relativos à aprendizagem da Matemática, para todos os alunos: "(1) que aprendam a dar valor à matemática, (2) que adquiram confiança na sua capacidade de fazer matemática, (3) que se tornem aptos a resolver problemas matemáticos, (4) que aprendam a comunicar matematicamente, e (5) que aprendam a raciocinar matematicamente" (p. 5 e 6). Para se atingirem estes objectivos os alunos deverão:

- "participar em numerosas e variadas experiências relacionadas entre si que os encoragem a dar apreço ao desenvolvimento da matemática, a desenvolver hábitos de pensamento matemático e a compreender e apreciar o papel da matemática na vida da humanidade;
- ser encorajados a explorar, a fazer tentativas, e mesmo a fazer erros e a corrigi-los, de tal modo que ganhem confiança na sua capacidade de resolver problemas complexos;
- ler, escrever e discutir matematicamente, e ainda conjecturar, testar e construir argumentos sobre a validade de uma conjectura" (id, ib).

Pela sua fácil ligação com o mundo real, pela sua simples ligação com diversas áreas da Matemática, pelas potencialidades que revela a promover competências de raciocínio e resolução de problemas, a geometria tem assumido um lugar de destaque nos programas de Matemática (ME/DGEBS, 1991; ME/DEB, 1991).

Hoje a geometria é uma área fundamental da Matemática abordada desde o 1º Ciclo até ao Secundário, fazendo parte de todos os programas elaborados para os diferentes ciclos de escolaridade. A preocupação com o ensino desta área começa cada vez mais cedo e é notável, quando se analisam as recomendações da Comissão para a promoção do estudo da Matemática, e se verifica que uma delas se refere ao reforço do ensino da geometria a partir do 1º Ciclo. O Currículo Nacional do Ensino Básico assume a Geometria como uma área de extrema importância da Matemática, aquando da sua inclusão nas competências essenciais desta disciplina.

Nos mais variados países, as orientações curriculares já incidem sobre abordagens heurísticas para a exploração de propriedades geométricas, tendo em conta a construção, manipulação, observação e análise das figuras, com o objectivo de intuir conjecturas sobre as propriedades e compreender porque se verificam essas propriedades e convencer outras pessoas da sua validade (Junqueira e Valente, 1997).

O desenvolvimento das referidas actividades, de cariz laboratorial,

> "constituem-se, então, como um espaço de reflexão sistemática, onde tem lugar o raciocínio dedutivo e indutivo, a dúvida, a demonstração, a análise, a conjectura, a refutação, a argumentação, a comunicação, através duma linguagem própria e rigorosa, não só de fenómenos intrínsecos à própria Matemática, como também provenientes doutras áreas do saber e do dia-a-dia" (Cabrita e Correia, 1999, p. 282).

Manipulando, observando e analisando figuras geométricas, o aluno desenvolve conjecturas sobre as suas propriedades e sente-se desafiado a prová-las, tentando convencer os seus colegas e professores da veracidade das suas asserções, tendo para tal de compreender, para posteriormente explicar e fundamentar o seu raciocínio, sendo estas características fundamentais do comportamento matemático (Junqueira, 1995b).

No entanto, se se utilizarem as ferramentas tradicionais, papel, lápis, régua e compasso, consome-se imenso tempo na construção das figuras e os esboços obtidos são estáticos o que dificulta a percepção do raciocínio (id).

Segundo Veloso (1988) uma das razões que poderá impedir o uso mais generalizado das transformações geométricas na exploração intuitiva de certos conceitos é a dificuldade que se coloca ao professor de explicar com os meios tradicionais, de quadro e giz, noções que se apresentam dinâmicas:

> "os programas de computador que permitem aos alunos construir figuras geométricas e efectuar medições tendem a criar um ambiente propício à investigação de propriedades e relações geométricas, visto que a manipulação de objectos geométricos pelos alunos os leva a intuir propriedades e a fazer conjecturas que progressivamente serão levados a validar" (NCTM, em Coelho, 1995, p. 45).

De entre eles são de destacar os Ambientes (Dinâmicos) de Geometria Dinâmica que tornam a aprendizagem da geometria bastante mais sedutora, significativa e efectiva permitindo a construção, manipulação e observação do que se conserva invariante nas relações definidas, possibilitando a exploração de outras (Junqueira, 1995b).

No entanto, para que se potenciem as vantagens dos A(D)GD's, as funções e papéis do professor e dos alunos devem mudar radicalmente.

Apresenta-se muito enraizada, na cultura profissional, um desempenho do ensino como transmissão («dar o programa», «dar a aula»), desprezando que a sua razão de ser é a de permitir a aprendizagem, o que pressupõe, sempre, uma negociação activa de significados, uma interacção. Ensinar é essencialmente um processo de mediação entre os esquemas preliminares dos alunos e a cultura organizada, de forma a que aqueles possam atribuir sentido às aprendizagens (Alonso, 1996).

Assim, a imagem necessária do ensino da Matemática inclui professores de todos os níveis mais competentes em:

- “escolher actividades matemáticas que aliciem a inteligência e o interesse dos alunos;
- providenciar oportunidades para aprofundar a sua compreensão da matemática que está a ser estudada e das suas aplicações;
- organizar o discurso na sala de aula de modo a promover a investigação e o desenvolvimento das ideias matemáticas;
- utilizar, e ajudar os alunos a utilizar, tecnologias e outros instrumentos em investigações matemáticas;
- procurar, e ajudar os alunos a procurar, conexões com conhecimentos já adquiridos ou em estudo;
- orientar o trabalho individual, em pequeno grupo e com toda a turma” (NCTM, 1998, p. 1).

Enfim, espera-se que os professores desenvolvam uma *práxis* assente numa perspectiva construtivista da aprendizagem com o objectivo de possibilitar aprendizagens relevantes e significativas, centrando o ensino no aperfeiçoamento da aptidão de pensar e agir com compreensão e de atitudes e valores fundamentais para alcançar a cidadania (Alonso, 1996).

Decorrerá, então, a mudança de centralização do professor para o aluno, tornando-se este num participante mais activo na aprendizagem. Nestas salas de aula o aluno desenvolverá a capacidade de reflexão, de crítica e de consideração pelas críticas dos outros, interagindo com o saber e com os outros, professor e alunos, de preferência aceitando o computador – o artefacto – como intermediário dessas interacções.

1.1. Geometria: como foi, como é, como deveria ser

> “A geometria constitui um dos mais fascinantes ramos da Matemática, a um tempo intuição e dedução, manipulação e prova, mas sobretudo modelo da realidade envolvente, facilitador da compreensão do Universo” (ME/DGEBS, 1991, p. 172).

Apesar da importância que hoje lhe atribuímos, o ensino da geometria foi encarado, ao longo dos tempos, de forma irregular, apresentando pontos altos, de consideração e relevância, mas considerando-se muito frágil noutras épocas, sendo visto com desinteresse e rejeitado em favor, nomeadamente, da Álgebra. Foi um tema, várias vezes, relegado para segundo plano e muito discutível a forma como era abordado.

Neto (1998) refere que as preocupações fundamentais do ensino da geometria se baseavam na utilização de uma axiomática formal e na aplicação de estruturas lógicodedutivas. Tal visão redutora da Geometria limitava o desenvolvimento de actividades geométricas interessantes e criativas, chegando alguns a concluir que "a geometria seria um assunto estéril e pouco interessante ao qual se deveria dar pouca atenção nas actividades de sala de aula" (O'Daffer & Clements, em Neto, 1998, p. 42).

Durante séculos estudou-se a geometria (de Euclides),

> "numa tentativa de levar os alunos (dos 12 aos 14 anos) a adquirir hábitos de raciocínio rigoroso e sistemático, próprios da Matemática, dentro da tradição de considerar que a Geometria seria o campo ideal para os alunos aprenderem a demonstrar e também a apreciar a Matemática como uma construção lógica, perfeita" (Veloso, 1998, p. 19).

Tal forma de encarar a geometria acarretou uma forte situação de insucesso que os professores holandeses van Hiele atribuem ao facto de a geometria ser apresentada "num nível superior àquele em que os alunos operam; por outras palavras, os alunos não conseguem entender o professor nem o professor consegue compreender porque razão têm dificuldades" (Villiers em Barbosa, 2002, p. 35).

Também segundo, Thibault & Barre (1996) a necessidade de axiomas e demonstrações não é óbvia para os alunos, é um método que não conseguem assimilar.

Orly (in Hershkowitz, 1998) testemunha este facto, explicando que durante dois anos, observando as dificuldades que os alunos apresentavam na demonstração em Geometria, optou por rejeitar o método tradicional e clássico de ensino da geometria euclidiana, experimentando novas estratégias, nomeadamente a criação de situações nas quais os alunos tinham de convencer, argumentar sobre as suas asserções evoluindo para situações de prova.

Como consequência, os processos de fundamentação, de prova passaram a ser considerados como uma variedade de acções dos alunos que passam por comunicar, explicar aos outros e a eles mesmos o que vêem, o que descobriram, o que pensam, o que concluíram (Hershkowitz, 1998).

Assim, entre 1950 e 1960, Pierre van Hiele e Dina van Hiele-Geldof desenvolveram uma teoria, segundo a qual a aprendizagem da geometria se processa através de cinco níveis de complexidade crescente, designados por níveis de pensamento geométrico, que os professores devem seguir na planificação e organização do ensino, de modo a auxiliar os alunos a avançar de nível (Afonso, 2002).

Estes níveis apresentam-se de forma sequencial e organizada, segundo uma relação hierárquica, não podendo atingir-se um nível sem se ter percorrido os anteriores. Por outras palavras, os níveis são dependentes, sendo necessário obter as capacidades de raciocínio de um nível para passar para o seguinte. O que é intrínseco num nível passa a ser extrínseco no outro, isto é, o que é objecto de percepção num nível torna-se em objecto de estudo no nível superior. Note-se, no entanto, que o crescimento biológico não implica, necessariamente, um crescimento ao nível do raciocínio, como se considera na teoria de Piaget. Este não é um processo "espontâneo", que depende da idade ou da maturidade, mas sim da instrução, conteúdos e métodos utilizados.

De acordo com Battista & Clements (em Junqueira, 1995a) para os van Hiele o raciocínio geométrico dos alunos inicia-se no nível gestaltista-visual e avança segundo níveis mais complexos de descrição, análise, abstracção e prova.

Assim, segundo a maturidade geométrica que apresentam, os alunos situam-se num dos cinco níveis de pensamento geométrico – visualização, análise, dedução informal, dedução formal e rigor (Veloso, 1998).

Relativamente ao nível 1, *visualização*, o aluno identifica formas e figuras geométricas com base na sua aparência e nas transformações visuais que realiza sobre elas, reconhece-as de modo global e não como portadoras de características e propriedades – é um rectângulo porque parece uma porta, não sendo capaz de generalizar e identificar as figuras como pertencentes a uma mesma classe. O espaço é apenas algo que o rodeia, o raciocínio é dominado pela percepção, limitando-se a descrever as entidades geométricas pelo seu aspecto físico.

No nível 2, *análise*, o aluno, por meio da observação, experimentação, medição e modelação analisa conceitos e figuras geométricas, distinguindo características e estabelecendo propriedades. Deste modo, reconhece as figuras não como globalidades visuais, mas pelas suas propriedades – num quadrilátero, se os lados opostos são paralelos então os ângulos opostos são iguais bem como os lados opostos. O aluno analisa as figuras pelas suas componentes e relações entre elas, descobrindo e generalizando propriedades de figuras pertencentes à mesma classe. No entanto, não compreende relações entre classes de figuras, não estabelece conexões entre figuras e propriedades, limitando-se a assumi-las como independentes.

Em relação ao nível 3, *dedução informal*, o aluno é capaz de estabelecer e compreender relações entre propriedades referentes à mesma figura ou a figuras diferentes – todo o quadrado é um rectângulo – elaborando definições abstractas, apercebendo-se dos seus significados e apresentando argumentos lógicos, mas informais, para justificar os seus raciocínios. Contudo, não está apto para realizar uma demonstração, nem sentir a sua necessidade, apenas argumenta de forma informal.

No respeitante ao nível 4, *dedução formal*, o aluno apresenta raciocínios lógico-formais, interpretando, compreendendo e realizando relações entre axiomas, definições, teoremas e demonstrações, formula conjecturas e constrói provas para as suas afirmações e argumentos, sentindo esta necessidade e sendo capaz de desenvolver várias formas para demonstrar um teorema. No entanto, não consegue compreender relações entre outros sistemas dedutivos.

Por fim e acerca do nível 5, *rigor*, refere-se que o aluno analisa sistemas dedutivos, estando apto a trabalhar em diversificados sistemas axiomáticos e em variados tipos de geometria. Este nível traduz o nível máximo de rigor matemático que o aluno adquire, possibilitando a análise das consequências da manipulação de axiomas e teoremas.

Aproximadamente, os dois primeiros níveis podem caracterizar o pensamento geométrico das crianças até cerca dos 11/12 anos, enquanto que, o nível 3 pode corresponder ao 3º CEB (12/14 anos). O 4º nível é fortemente associado a alunos do ensino secundário, enquanto o 5º nível é mais observado em alunos do ensino universitário. Há ainda a referir que muitos autores identificam um nível 0, *pré-reconhecimento*, visto algumas crianças não serem capazes de realizar tarefas de nível 1 respeitantes à identificação de figuras.

Nesta perspectiva "o Modelo dos van Hiele é um modelo de desenvolvimento cognitivo e intelectual que não fica só pela definição dos conceitos vai até à compreensão do processo demonstrativo e à planificação de demonstrações" (Fernandes em Neto, 1998, p. 48).

Estes autores verificaram que o aluno, quando guiado por um ensino adequado, com base numa sequência de níveis de pensamento geométrico, prospera na aprendizagem da geometria (Neto, 1998).

Assim, para além dos cinco níveis de raciocínio geométrico, os van Hiele apresentam, também, cinco fases didácticas de aprendizagem necessárias à progressão de um nível para o seguinte, nas quais o professor deve ter o cuidado de seleccionar/construir actividades adequadas a realizar com os alunos.

Na primeira fase, *informação*, o professor deverá discutir, com o aluno, os temas e conteúdos a abordar, o material e os métodos a utilizar, com o objectivo de o familiarizar e envolver na actividade a realizar e de se aperceber do conhecimento prévio e nível de raciocínio em que o aluno se encontra.

Na segunda fase, *orientação guiada*, o professor deverá propor, ao aluno, um conjunto de tarefas orientadas para conceitos e propriedades, guiando-o nas suas investigações e promovendo a descoberta de modo a que, estabeleça relações entre os objectos que está a manipular e tome contacto com as estruturas envolvidas.

Em relação à terceira fase, *explicitação*, os alunos deverão partilhar e comparar ideias e experiências, discutir acerca dos resultados obtidos e dos caminhos percorridos para os atingir. O aluno estabelecerá relações, tentará exprimi-las, pelas suas palavras, e aprenderá, gradualmente, uma linguagem mais refinada e termos técnicos relativos aos conteúdos a abordar.

Relativamente à quarta fase, *orientação (livre)*, o aluno aprenderá realizando tarefas mais complexas, procurando os seus próprios caminhos para as resolver, de diferentes formas, e aplicando os conceitos e relações já estabelecidos, a problemas que lhe são colocados. Nesta fase, o aluno deverá fazer uso da sua autonomia, criatividade e espírito crítico.

Na última fase, *integração*, o aluno relembrará e sintetizará tudo o que aprendeu, reflectindo sobre as suas acções e fazendo uma recapitulação dos conteúdos abordados e dos métodos utilizados para os relacionar com os conhecimentos prévios.

Segundo Afonso (2002) "o modelo de van Hiele viria a ter um papel inquestionável no desenvolvimento de metodologias de ensino e aprendizagem e, consequentemente, nas novas direcções do ensino e aprendizagem da geometria" (p. 27), estando na base do trabalho dos seguintes autores, NCTM, 1988; Junqueira, 1995a; Mammana & Villani, 1998; Neto, 1998; Veloso, 1998; Purificação e Soares, 1999; Afonso, 2002 e Barbosa, 2002.

Também Emma Castelnuovo, por exemplo, "propõe um novo tipo de abordagem, em que substitui «um método descritivo por um método construtivo» com passagem do concreto ao abstracto, do complexo ao simples, e portanto ordenação do curso segundo o desenvolvimento histórico" (Veloso, 1998, p.21).

De pensamento rico e irreverente, Castelnuovo apresenta-nos, já na sua época, descrições aplaudíveis de instrumentos idênticos aos actuais softwares *Ambientes (Dinâmicos) de Geometria Dinâmica*, hoje tão enfatizados (mas nem por isso utilizados) como promotores de um novo ensino da geometria e como ferramentas fundamentais ao estudo e compreensão deste tema.

Outros esforços foram considerados na renovação do ensino deste conteúdo, destacando-se Dieudonné pelo apelo evocado, em 1959, que se baseava no recurso à actividade experimental com base na intuição.

Nessa época, o ensino mecanicista da Matemática foi, aos poucos, suprimido pela perspectiva estruturalista da chamada «Matemática Moderna» numa tentativa de atenuar, ou mesmo eliminar, a crise que se vivia na Matemática, manifestando-se pela falta de interesse dos alunos, pela quebra de rendimento escolar e, principalmente, pela pobre preparação que o ensino proporcionava para os estudos superiores (CRSE, 1988).

Este amplo movimento internacional denominado por "Matemática Moderna" originou a multiplicação de projectos e iniciativas inovadoras que conduziram a novos temas e possibilitaram uma abordagem mais actualizada dos conteúdos tradicionais (NCTM, 1998).

No entanto, nessa altura, a Geometria foi preterida em favor da Álgebra Linear tendo mesmo, em alguns casos, desaparecido do currículo (Niss, 1998) – "na verdade, o programa que vigorou nos anos 70 e 80 era marcado pela Matemática Moderna, sobrevalorizava a linguagem da lógica e as estruturas abstractas da álgebra, ignorava a estatística e reduzia ao mínimo a geometria" (Ponte, 2003, p. 7).

Ainda segundo Junqueira (1995a), antes da Nova Reforma, os currículos possibilitavam que a Geometria fosse "relegada" para o final do ano lectivo o que contribuiu para agravar a crise uma vez que, normalmente, não era leccionada ou era-o muito à pressa, sendo subestimadas, quando não totalmente ignoradas, abordagens manipulativas e intuitivas dos problemas geométricos.

Veloso (1998) salienta a forte influência de Freudenthal no regresso da Geometria como tema essencial da Matemática destacando, como objectivo principal no ensino deste tópico, a aprendizagem da matematização da realidade e a realização de descobertas que, sendo elaboradas pelo próprio aluno, se tornam mais fascinantes e significantes.

Deste modo, nos anos oitenta, a ênfase deixa de estar centrada nos conteúdos matemáticos e passa a estar no modo como estes são ensinados, atribuindo-se especial relevância à resolução de problemas, a formas diversificadas da actividade matemática, como o caso da modelação de situações da vida real, bem como ao processo de desenvolvimento do saber com base em conjecturas, provas e refutações (NCTM, 1998).

Em 1990 realiza-se, nos Estados Unidos, um seminário para ponderar sobre a situação do ensino da geometria, com o objectivo de analisar, melhorar, renovar e intensificar a aprendizagem deste campo. Das várias recomendações surgidas desta reunião, destacam-se as que vão ao encontro de uma abordagem da Geometria mais experimental, investigativa, intuitiva e crítica, utilizando-se programas computacionais para realizar investigações e construções de conceitos, dando-se ênfase ao pensamento e raciocínio visuais (Veloso, 1998).

Uma outra iniciativa, de nacionalidade portuguesa, o Projecto MAT789, realizada entre 1988 e 1992, conduziu a uma longa experiência de inovação curricular para os 7º, 8º e 9º anos, cujo objectivo consistia em promover a compreensão dos alunos acerca da natureza e papel da Matemática, proporcionando uma utilização da mesma de modo autónomo e confiante (Abrantes, Leal, Teixeira e Veloso, 1997).

Neste projecto, foram adoptadas algumas ideias de base como a de que a aprendizagem da Matemática deve possibilitar aos alunos uma poderosa e excitante experiência que se realiza por construção e não por processos de transmissão e repetição, que deverão assumir um papel secundário (Ponte, Matos e Abrantes, 1998).

Aspectos distintos desse ambiente foram "a cooperação e o «espírito de turma», a confiança entre os alunos e entre estes e a professora, a autonomia e a responsabilidade dos alunos perante as tarefas" (Abrantes, Leal, Teixeira e Veloso, 1997, p. 118).

Ainda segundo os mesmos autores,

> "a construção de um ambiente de aprendizagem que valoriza ao mesmo tempo a cooperação e a liberdade individual, em que os alunos se ajudam e aprendem uns com os outros mas têm oportunidades para desenvolver e expressar os seus gostos e aptidões, pode ser um factor decisivo no progresso, tanto dos melhores alunos como dos que revelam mais dificuldades" (id, ib).

Estes traços vão ao encontro das orientações vigentes que pressupõem que a aprendizagem exige uma participação dinâmica e esforçada dos alunos que serão estimulados por tarefas relevantes atribuindo-se tempo e condições para a reflexão sobre as actividades (Ponte, Matos e Abrantes, 1998).

De facto, no final do século XX verificaram-se mudanças no currículo de Matemática e, consequentemente, ao nível da Geometria, apresentando-se, a mesma, com um papel de destaque nos currículos de Matemática, quer da escolaridade Básica quer do Ensino Secundário, sendo proposta a sua leccionação de uma maneira inovadora alternada e ligada a outras áreas (Neto, 1998).

Nos "novos" programas (ME/DEB, 1991 e ME/DGEBS, 1991) a Geometria ocupa uma posição distinta, reavendo a sua importância na Matemática, pelo facto, nomeadamente, de se conectar, perfeitamente, com outros ramos da disciplina, estabelecendo uma ligação entre esta e o mundo real o que lhe confere valor formativo (Afonso, 2002).

A Geometria, integrando-se de um modo eficaz noutros tópicos da Matemática e da realidade, é criadora de problemas de sublime valor, assentes em aspectos lúdicos e de interesse prático que se revelam essenciais à aprendizagem (ME/DGEBS, 1991).

Ainda segundo Matos e Gordo (1994) nos programas de 1991,

> "parece estar subjacente uma preocupação em envolver o aluno em actividades que contribuam para a construção e o desenvolvimento das suas noções geométricas. Papel especial parecem desempenhar as actividades que envolvam de alguma maneira as capacidades espaciais da criança pois são susceptíveis de facilitar a aprendizagem da geometria" (p. 77).

Assim, os programas que entraram em vigor em 1991 ajustam-se de uma forma mais eficaz às realidades da disciplina, tendo sido atribuída à Geometria a importância merecida, realçada pela sua inclusão ao nível das competências essenciais para todos os níveis de escolaridade (ME/DEB e ME/DGEBS), e fazendo-se referência à utilização do computador e de softwares educativos (embora de um modo não muito estimulante) de forma a proporcionar actividades investigativas, que desenvolvam o espírito crítico e a imaginação do aluno, lhe estimulem o gosto pela descoberta, pela exploração, conjectura e resolução de problemas.

> Veloso (1998) corrobora esta opinião afirmando que "os programas reflectem o movimento de regresso da geometria, sobretudo na preocupação de lhe reservar maior tempo lectivo (...) e ao nível das introduções gerais e metodológicas, em que por exemplo o valor da intuição e da utilização de materiais manipuláveis é realçado" (p. 33).

A Geometria do 3º Ciclo, mais concretamente, prossegue e aperfeiçoa um conjunto de conhecimentos básicos dos quais se salientam as medições, as construções, a análise e reconhecimento de propriedades, tendo em conta a importância da realização de experiências, formulação de conjecturas, argumentação de raciocínios e resolução de problemas assentes na observação e intuição que conduzem à elaboração de raciocínios indutivos e dedutivos (ME/DGEBS, 1991).

A resolução de problemas, por sua vez, deverá promover e estimular, também, a capacidade de observar, recolher, organizar e confrontar dados, formular conjecturas, debater, concluir e avaliar, sem medo de cometer erros, pois estes fazem parte da aprendizagem e é função do professor ajudar o aluno a clarificá-los, levando-o a reflectir sobre eles e desbravar novos caminhos, sempre que possível cooperando com os colegas (id).

Enfim as actividades deverão ser variadas, significantes e motivadoras permitindo desenvolver o espírito de pesquisa e iniciativa, a criatividade, a vontade de aprender e partilhar (id). Neste processo, os meios tecnológicos podem desempenhar um papel fundamental, permitindo a abordagem da Geometria a partir de perspectivas diversificadas, o que contribuirá para o aluno:

- "desenvolver de forma contínua a capacidade de visualização, de representação de figuras e a aplicação de noções geométricas a fenómenos naturais;
- deduzir propriedades das figuras a partir de determinados dados e relações entre elas;
- particularizar e generalizar;
- explorar, conjecturar e raciocinar logicamente;
- resolver e formular problemas;
- desenvolver a sua autoconfiança" (Neto, 1998, p. 41).

No entanto, o modo como a geometria ainda é, habitualmente, leccionada, de uma forma muito "tradicional", proporciona aos alunos poucas oportunidades de explorar e construir conhecimentos, assentando a aprendizagem, num conjunto de teoremas, que são posteriormente demonstrados e aplicados em problemas semelhantes (Aarnes & Knudtzon, 2003).

Tal como refere Guimarães (2003):

> "as alterações ao nível metodológico que os programas de 1991 preconizavam não foram completamente apropriados pelos professores e, pelo menos algumas delas, têm ainda uma penetração relativamente reduzida na sua prática de ensino. Os dados do projecto Matemática 2001 de algum modo dão suporte a esta possibilidade, pois sugerem que a prática mais habitual nas aulas pode ser traduzida pelo binómio exposição realizada pelo professor – exercícios realizados pelos alunos, e que, em muitos aspectos, as orientações metodológicas dos programas (por exemplo, as que remetem para utilização de situações de aprendizagem em Matemática envolvendo a relação com a realidade, actividades de exploração, utilização de materiais, computadores, e trabalho de grupo) têm ainda pouca expressão no trabalho com os alunos" (p. 5).

Já em 1993, o NCTM criticava este tipo de abordagem da Geometria convidando ao seu estudo através de abordagens por coordenadas e por transformações, estabelecendo ligações com a realidade, recorrendo a tarefas investigativas suportada por meios tecnológicos que conduzem o aluno à própria construção dos teoremas e sua argumentação, tendo em conta um factor indispensável a este tipo de aprendizagem designado por intuição geométrica – "a geometria deve centrar-se nas investigações, baseadas na intuição e no «senso comum», em torno de conceitos geométricos, de modo a fazer ressaltar as propriedades gerais, que serão por sua vez utilizadas como base para conjecturas e deduções" (NCTM, 1998, p. 142).

Também para Alsina (citada em Coelho e Saraiva, 2002):

> "a geometria no ensino da matemática deve ser a geometria útil para todos: o conhecimento matemático do espaço. Uma geometria baseada na intuição e na experiência aconselhada pelo sentido comum; rica em temas de representação e interpretação; capaz de ordenar, classificar e mover figuras planas e espaciais; audaz na combinação de linguagens diversas (gráficas, analíticas e simbólicas...); apoiada no rigor das definições e das deduções sobre factos relevantes; com técnicas diversas para medir, construir e transformar; induzindo à compreensão do diálogo plano-espaço; aberta à interdisciplinaridade com as ciências e as artes; paradigma da modelização matemática; predicadora de aplicações assombrosas e relações interessantes (...) esta é a geometria com a qual nos gostaríamos de educar todos" (p. 158).

Assim, na abordagem da geometria, pretende-se dar a máxima importância ao desenvolvimento de actividades que apelem ao processo indutivo de descoberta, ou mesmo de pesquisa (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002), em que os alunos são estimulados a explorar conceitos geométricos usando variados materiais preferencialmente informáticos.

Niss (1998) refere que, devido à natureza especial deste tema da Matemática, a Geometria é única a proporcionar oportunidades, quer didácticas, quer pedagógicas do tipo «obter muito do pouco», isto é, mesmo as situações mais elementares proporcionam uma variedade de experiências extremamente ricas que podem reforçar atitudes de autonomia e cooperação.

Também Afonso (2002) considera a Geometria um recurso excepcional de tarefas não rotineiras, que promovem inúmeras competências referidas como essenciais para todas as pessoas, nomeadamente alunos.

Junqueira (1995a) já partilhava da mesma opinião explicitando que há um forte consenso de que esta área é uma fonte, por excelência, de problemas não rotineiros, que podem possibilitar o desenvolvimento, entre outras, das capacidades de raciocínio, de argumentação e de visualização espacial, reconhecidas como fundamentais para os cidadãos na época actual e no futuro.

Ciclicamente, a visualização espacial é facilitadora de uma aprendizagem da geometria e, ao mesmo tempo, desenvolvida pelas experiências geométricas na sala de aula (Matos e Gordo, 1994). De facto, um procedimento geométrico facilita, não só, a compreensão de um conceito, mas também a sua apresentação. Por outro lado, as imagens geométricas são ferramentas poderosas de raciocínio indutivo e criativo (Brandt & Colatusso, 1999). Não admira, portanto, que, segundo Aarnes & Knudtzon (2003), a geometria seja considerada um tema de extrema importância. De entre os conteúdos matemáticos é a que possui maior beleza, é a que se torna mais visual, e carrega consigo a possibilidade da compreensão imediata da verdade.

No entanto, "a motivação dos alunos e as suas atitudes face à geometria continuam a ser um motivo de preocupação de professores e investigadores. Ainda hoje é considerada uma área de difícil compreensão, na qual é impossível obter bons resultados" (Afonso, 2002, p. 25).

O ensino e a aprendizagem da matemática, nomeadamente da geometria, têm sido considerados maçadores e desinteressantes, não havendo lugar para a observação, experimentação e construção, criatividade, liberdade e imaginação, dando-se ênfase à repetição e mecanização de exercícios, à demonstração tida como rígida, à valorização do carácter axiomático e dedutivo da Matemática, treinando-se o aluno para o raciocínio lógico, sendo que o papel do professor se limita, muitas das vezes, à transmissão do programa, com a única preocupação de debitar a matéria estipulada. O aluno, nestes casos, é um mero receptor da informação transmitida, privilegiando-se, para a sua aprendizagem, os métodos de memorização e repetição em detrimento da reflexão, intuição e autonomia.

E note-se que, por exemplo,

> "a autonomia não é uma questão importante apenas na sala de aula, embora seja decisiva neste espaço uma vez que pode ser considerada como um factor promotor do sucesso escolar. Estes alunos um dia vão entrar no mundo do trabalho, onde o domínio de competências é essencial, mas, para além disso, serão cidadãos e terão uma vida social. Em todos estes campos, as atitudes em geral, e a autonomia, em particular, têm um papel decisivo" (Santos e Canavarro, 2001, p. 275).

Mesmo em países como a França, onde a geometria tem sido sempre considerada como uma parte importante do ensino matemático, esta área tem-se revelado das mais difíceis de ensinar (Guimarães, Belfort & Bellemain, 2002).

Analisado este quadro há que atender a um notável contributo para o ensino da geometria, surgido na última década, que permite uma práxis renovada e o qual se apelidou de Ambiente (Dinâmico) de Geometria Dinâmica (Tomasi, 2003).

A introdução dos A(D)GD's pode alterar, por completo, esta situação permitindo que os alunos explorem, por si próprios, elementos da Geometria colocando problemas e descobrindo resultados relevantes. Inclusivamente pode-se conduzir o aluno à formulação da questão: porque é que isto acontece? Um estudante curioso tentará descobrir a resposta e é isto que, também, se pretende: a procura de uma justificação para os factos que observa e/ou que provoca, uma argumentação plausível para o seu raciocínio (Aarnes & Knudtzon, 2003), ou mesmo para um raciocínio partilhado.

Por outras palavras os A(D)GD's podem proporcionar aos alunos aprendizagens dinâmicas, que apelem, tal como indica Veloso (2000a), à criatividade em detrimento da rotina dos exercícios sem significado; à liberdade em lugar do espartilho das definições caídas do céu; às investigações e explorações matemáticas com recurso à imaginação em troca dos caminhos pré-definidos para a obtenção de soluções únicas.

Assim, a par de uma nova cultura matemática e, em especial, geométrica, também se promove uma "nova" cultura tecnológica (Ribeiro e Cabrita, 2002).

1.2. Ambientes (Dinâmicos) de Geometria Dinâmica

> "Considero deveras excitante viver e trabalhar numa época em que a verdadeira natureza do que constitui a matemática está em evolução. A existência de ecrãs onde se podem traçar gráficos, de microprocessadores poderosos e ainda a possibilidade de manipulação directa de objectos no ecrã, está a reorientar substancialmente a direcção em que se desenvolve a matemática, transformando o modo como as ideias matemáticas são apresentadas e o modo como as pessoas se relacionam com o pensamento matemático e o aplicam" (Mason, 1995, p. 28).

O raciocínio visual é essencial no processo de "fazer" e viver a Matemática. Na base do desenvolvimento desse tipo de raciocínio está a visualização que permite, nomeadamente, encontrar significado para as aprendizagens que se estão a desenvolver; compreender de uma forma mais eficaz, os conceitos envolvidos e resolver os problemas propostos ou que suscitam – "a visão, ao produzir modelos mentais, leva a que o suporte visual apropriado tenha efeitos positivos na compreensão dos alunos e na resolução de problemas" (Saraiva, 1992, p.4).

Entenda-se que visualização é o processo de representação mental dos objectos que permite a sua evocação na sua ausência – "visualizar é formar ou conceber uma imagem visual de algo que não se tem ante os olhos no momento" (Alves e Soares, s/d, p. 4).

Segundo Robertson (1991):

> "no conceito de visualização é fundamental a ideia do observador poder construir um modelo mental, com os atributos visuais que representam os atributos dados em uma forma definível. Escolher a representação adequada favorece uma apreciação critica e abrangente do dado e beneficia análises subsequentes para processar ou tomar decisões" (Hara, 1997, p. 18).

Assim, a visualização revela-se extremamente importante, nomeadamente, no caso da geometria:

> "através da imagem visual dos objectos geométricos o aluno passa a controlar um conjunto de operações mentais básicas para o ensino da geometria. (...) No caso do aluno precisar visualizar um objecto geométrico, como um poliedro, por exemplo, um modelo concreto desse objecto construído por meio de dobraduras, ou qualquer outro método pode servir de representação para gerar uma imagem mental. Essa imagem iniciará um processo de raciocínio no qual o aluno recorre à habilidade da visualização para executar diferentes processos mentais, gerando outras imagens mentais ou representações do objecto. Estas podem ser expressadas através de um desenho ou de outro modelo concreto do objecto geométrico em questão" (Diehl, 2001, para. 38).

Desde muito cedo a escola, consciente da importância do suporte visual para facilitar a visualização geométrica e, consequentemente, formas de raciocínio mais elaboradas sobre os objectos geométricos – do mundo das ideias –, que representam abstracções de objectos materiais, recorreu a desenhos no quadro ou no papel.

No entanto, tais sistemas de representação têm um carácter estático. Ora,

> "este carácter estático muitas vezes dificulta a construção do significado, e o significante passa a ser um conjunto de símbolos e palavras ou desenho a ser memorizado. Assim sendo, não deve ser surpreendente quando os alunos não conseguem transferir um conceito ou teorema para situação que não coincide com a prototípica registrada a partir da apresentação do livro ou do professor" (Gravina e Santarosa, 1998, p. 9 e 10).

De facto, a exploração de figuras geométricas a partir, por exemplo, do papel e lápis apresenta-se um processo redutor na pesquisa de invariâncias e regularidades, constituindo-se uma tarefa desinteressante, cansativa e enfadonha para qualquer aluno (Junqueira, 1995a):

> "desenhar é considerado uma tarefa fácil para uns e difícil para outros, mas na maioria dos casos morosa se se pretende um nível de rigor que permita descobrir propriedades e relações entre propriedades das figuras geométricas ou se se tem que repetir, com papel e lápis, várias vezes uma construção de modo a procurar essas propriedades, pode conduzir à desmotivação" (Borges, 1994, p. 54) .

Neste contexto, impõem-se abordagens mais dinâmicas, quer ao nível da criação quer, principalmente, ao nível da manipulação. Tal é a lógica do Software (Dinâmico) de "Geometria Dinâmica". Segundo Alves e Soares (s/d),

> "o termo geometria dinâmica foi inicialmente usado por Nick Jakiw e Steve Rasmussen da Key Curriculum Press, Inc. com o objectivo de diferenciar este tipo de software dos demais softwares geométricos. Comumente ele é utilizado para designar programas interactivos que permitem a criação e manipulação de figuras geométricas a partir de suas propriedades, não devendo ser visto como referência a uma nova geometria " (p. 4).

Note-se que embora o dinamismo se associe, mais facilmente, à "manipulação directa sobre as representações que se apresentam na tela do computador" (Gravina e Santarosa, 1998, p. 10) ele está, primeiramente, no próprio processo de criação de tais representações, que varia de software para software. De facto,

> "cada um dos ambientes suscita uma série de acções, e está caracterizado por aquilo que se pode ou não fazer, ou seja, está caracterizado por uma determinada maneira específica e particular de trabalhar. Daí que cada um destes ambientes constitua um micromundo" (Rodrigues, 1997, p. 105 e 106).

Mas voltando à construção dos entes geométricos. No caso do Cabri-Géomètre, se uma figura, por exemplo, um rectângulo, for obtido:

> "a partir de quatro pontos e dos segmentos que os unem (...), ao ser deslocado por um dos vértices, o desenho muda de forma e deixa de ser um rectângulo. (...) Se o rectângulo for construído, atendendo às suas propriedades, estas mantêm-se invariáveis, mesmo que o desloquemos por um dos vértices, e o façamos variar de dimensão e posição" (id, p. 108).

Entre os componentes da figura passa a existir uma relação dinâmica, interdependente, e não uma relação estática de desconexão entre eles, o que confere às construções "um estatuto próximo do conceito de figura geométrica, diferente do estatuto das construções estáticas, perfis e papel como recurso a instrumentos como o lápis, régua e compasso" (id, p. 111).

Tal interrelação entre objectos geométricos, que advém das propriedades invariantes da figura, torna o desenho resistente à manipulação, que permitem definir um conjunto de "desenhos em movimento" que confere mais significado à própria figura – "a variedade de desenhos estabelece harmonia entre os aspectos conceptuais e figurais; configurações geométricas clássicas passam a ter multiplicidade de representações; propriedades geométricas são descobertas a partir dos invariantes no movimento" (Gravina, 1996, p. 6).

Veja-se um exemplo:

> "após uma apresentação estática do conceito de altura de um triângulo os alunos registram que "*a altura de um triângulo é sempre da base até a parte mais alta do mesmo*" ou "*altura é a linha vertical que une a base lado do triângulo ao vértice oposto*" (...) mostrando concretização mental inadequada. Já num meio dinâmico um triângulo com correspondente segmento altura pode ser manipulado, mantendo-se um lado do triângulo fixo e fazendo-se o vértice oposto deslocar-se numa paralela a este lado. Desta forma obtém-se uma família de desenhos com triângulos e segmentos alturas em diversas situações, o que favorece a concretização mental em harmonia com o conceito matemático de altura de um triângulo" (Gravina e Santarosa, 1998, p. 10).

Tais actividades de criação, de manipulação, e exploração "possibilitam a formação de noções e conceitos geométricos e levam à representação mental correcta destes conceitos por parte do estudante, isto é, acabam auxiliando no processo de visualização" (Alves e Soares, s/d, p.9), intimamente relacionado com um modo de pensar mais igual e abstracto (Coelho e Saraiva, 2002) possibilitando o desenvolvimento de um raciocínio matemático superior (Roblyer, Edwards & Havriluk, 1997).

Na base de tais actividades devem encontrar-se tarefas estimulantes e desafiadoras, não tanto de meros exercícios, mais ou menos rotineiros, mas essencialmente de resolução de problemas, trabalhos de pesquisa e investigação, preferencialmente evidenciando conexões intra Geometria e com outros domínios matemáticos, outras ciências e o dia-a-dia ditando, elas próprias, novas formas de ensinar a disciplina e novos caminhos para a aprendizagem da geometria (Guimarães, Belfort & Bellemain, 2002).

Fazer conjecturas, testar hipóteses, justificar tais conjecturas e, numa fase posterior, provar, o que não é muito bem aceite pelo aluno (Mammana & Villani, 1998; Junqueira e Valente, 1997), passam a ser uma necessidade inerente ao processo de fazer e viver Matemática.

Em relação ao aspecto lógico e não obstante alguns estudiosos acreditarem que o computador pode criar obstáculos à prova formal em geometria, dado que a evidência visual e os outros instrumentos de validação disponíveis podem tornar este procedimento desnecessário para o convencimento, outros defendem que a visualização pode ajudar nas demonstrações ou provas desde que o professor seja hábil para propor problemas e estratégias (Alves e Soares, s/d).

De facto, também segundo Junqueira e Valente (1998),

> "a formulação de conjecturas nem sempre acontece facilmente e, por vezes, causa mesmo frustração, sobretudo no início, em que constitui um tipo de actividade pouco familiar à grande maioria dos alunos. A força da evidência das imagens constitui um obstáculo à necessidade da feitura de uma prova para validar uma conjectura" (p. 6).

No entanto, segundo Coelho e Saraiva (2002) "os ambientes computacionais dinâmicos têm introduzido modificações importantes na concepção de prova, na forma de encarar e fazer a demonstração" (p. 38). Permitem reformular a ideia e apreciação que se fazia de prova e demonstração, já que no ensino tradicional o principal objectivo era a demonstração dedutiva de inúmeros teoremas sem que o aluno entendesse a sua necessidade e a veracidade das propriedades com que lidava. No ensino com software dinâmico, pelo contrário, os alunos constroem os objectos geométricos, apercebem-se de determinadas características dos mesmos, visualizam propriedades e validam-nas (Mason, Hoyles & Jones em Piteira, 2000).

Junqueira e Valente (1997) referem que a investigação efectuada sobre o trabalho dos alunos que utilizam ambientes geométricos dinâmicos permite concluir que, apesar dos alunos, especialmente os mais fracos, formularem generalizações e as adoptarem imediatamente como válidas, com o passar do tempo e com a prática e experiência adquiridas, sentem necessidade de justificar as suas conjecturas e provarem as propriedades descobertas para que estas sejam aceites como verdadeiras.

Outra mais valia dos A(D)GD's prende-se com o facto de permitir aos alunos discutir a Matemática ao invés de se limitarem a escutar o professor a falar sobre ela (Piteira, 2000).

Segundo Ponte (1987), numa sociedade cada vez mais tecnológica, a abordagem da Matemática deve assentar, sobretudo, no aluno e na sua participação activa, dando-se importância não só aos aspectos cognitivos da aprendizagem mas também aos aspectos afectivos e de interrelacionamento social.

Também segundo Teodoro, ambiciona-se que, com a entrada das novas tecnologias, a aprendizagem renuncie a uma aquisição passiva de conhecimentos apoiada na memorização de conteúdos sugeridos nos livros e na repetição e rotina de exercícios e actividades e passe a basear-se numa interacção entre quem aprende e quem ensina e na mudança da visão com que se contempla a natureza do conhecimento (Borges, 1994).

Posteriormente, em 1999, Schwartz & Beichner, corroboram que a aprendizagem ocorre como resultado das interacções promovidas pelo software entre alunos e entre estes e o professor.

Também na opinião de Garcia & Cuevas (2002), «copiar e colar» não serão as melhores estratégias para o ensino e aprendizagem dos nossos dias e deverão ser substituídas pela argumentação e improvisação, que após um trabalho de reflexão individual por parte do aluno possibilita a comparação de opiniões e sugestões com os colegas que estão a abordar o mesmo problema, discutindo e partilhando as suas informações em vez de as copiarem.

De acordo com este novo cenário, torna-se urgente a mudança de atitude do professor que passa a ser o animador do desenvolvimento integral do aluno, um guia, um orientador no processo de ensino e aprendizagem (Borges, 1994).

Liberto de algumas tarefas rotineiras e pouco criativas, dedica-se à observação da acção dos alunos, intervindo oportunamente junto de cada um, constituindo-se verdadeiras relações humanas entre estes dois intervenientes (Machado, 1990).

Segundo Paulo Freire (1999), ensinar não é um processo de transferência de conhecimentos, mas de criação das possibilidades para a sua própria produção ou construção. Tal postura pedagógica é coerente com a perspectiva construtivista da aprendizagem segundo a qual, e na opinião de Becker:

> "nada a rigor está pronto, acabado, e que, especificamente, o conhecimento não é dado, em nenhuma instância, como algo terminado. Este se constitui pela interação do indivíduo com o meio físico e social, com o simbolismo humano, com o mundo das relações sociais, e se constitui tal por força da sua ação e não por qualquer dotação prévia, na bagagem hereditária ou no meio, de tal modo que podemos afirmar que antes da ação não há psiquismo nem consciência e, muito menos, pensamento" (Diehl, 2001, para. 44).

Relativamente ao computador, a interactividade não se esgota no nível "funcional" que prevalecia no caso do ensino programado, que nos remete para as teorias behaviorista ou comportamentalista. Segundo Papert é o utilizador que deve controlar o computador e não ser este a controlar o indivíduo que deve ser autónomo, construindo o seu percurso de aprendizagem (Ponte, 1987):

> "Importa, sobretudo, que o aluno sinta necessidade e prazer em procurar e construir ambientes ricos em informação e experiências que originem confronto entre os seus conhecimentos anteriores e a nova informação armazenada estimulando, desse modo, a progressão do processo de aprendizagem" (Borges, 1994, p. 52).

O tipo de interactividade subjacente é uma interactividade verdadeiramente "intencional" (Moderno, 1992). Gravina e Santarosa (1998) esclarecem para o caso dos A(D)GD's:

> "(por) interatividade entende-se aqui a dinâmica entre ações do aluno e reações do ambiente, e no sentido muito além daquele em que a reação do sistema é simplesmente informar sobre "acerto" ou "erro" frente à ação do aluno, não fornecendo nenhuma contribuição ao processo de aprendizagem. Na interatividade que está-se pensando, o sistema oferece suporte às concretizações e ações mentais

> do aluno, isto se materializa na representação dos objetos matemáticos na tela do computador e na possibilidade de manipular estes objetos via sua representação.
> A "reacção" do ambiente, correspondente à ação do aluno, funciona como "sensor" no ajuste entre o conceito matemático e a sua concretização mental. Um meio que pretenda ser interativo, na medida do possível, não deve frustrar o aluno nos procedimentos exploratórios associados às suas ações mentais. Isto vai depender dos recursos que coloca à disposição e do nível de automação nos procedimentos" (p. 10).

1.2.1. Da perspectiva construcionista da aprendizagem ao construtivismo comunal

Segundo o paradigma "Instrucionista", o papel do computador na educação está relacionado com a sua capacidade de informatizar os meios tradicionais de ensino.

O computador assume o papel que, habitualmente, se atribui ao manual escolar, instruindo o aluno através da apresentação da informação, como no caso dos tutoriais, jogos e problemas de exercício e prática. A sua função é, de acordo com a capacidade individual de cada aluno, fornecer doses adequadas de informação que se vão justapondo para a aquisição de saberes. Deste modo, nada se altera excepto o transmissor da informação que deixa de ser o professor e passa a ser o computador (Valente, 2001).

Assim, o facto de se utilizar o computador e o software educativo no processo de ensino e de aprendizagem, não significa, por si só, quebrar com a passividade do aluno, dado que não lhe é dada a possibilidade de explorar, com autonomia, os diversos problemas, (re)construindo e partilhando o conhecimento (id).

Contudo, as funções do computador poderão ser muito mais ricas e valiosas, propiciando poderosos ambientes de aprendizagem onde o aluno, em interacção com os objectos, com os outros e com o mundo construirá o seu saber, passando-se de uma perspectiva instrucionista para uma perspectiva construtivista (id).

Segundo a teoria construtivista, o desenvolvimento dá-se através da interacção do sujeito com o mundo e da forma como se processa a construção interna, de tal interacção. O professor assume a função de facilitador, que cria ambientes de aprendizagem ricos, que proporciona situações em que o aluno se envolve activamente.

A ênfase, em vez de colocada no professor, está direccionada para o aluno, o qual interage com os objectos e situações, descobrindo e compreendendo as características e propriedades dos mesmos, transformando informações complexas e construindo as suas próprias asserções e soluções para os problemas, tendo em conta que a aprendizagem depende, em muitos casos, do contexto, crenças e atitudes do aluno (Trinity College, 2002).

Por outras palavras, o construtivismo assenta no princípio de que a aprendizagem é um processo de construção mental, cujo resultado – o conhecimento – não é recebido do exterior, mas reflexo das experiências realizadas, ligando-se novas informações com outras já existentes construindo-se novos conhecimentos. Esta aprendizagem é mais efectiva quando o aluno constrói activamente a compreensão sobre o saber (id).

O construtivismo, como uma filosofia, sugere que, embora exista um mundo real, ele não tem significado, este é atribuído pelas pessoas e pela cultura. Privilegia os processos e não os produtos acabados, a descoberta guiada em vez da aprendizagem expositiva, situações reais de aprendizagem e não abstractas ou artificiais e múltiplas experiências para conhecimentos significativos (id).

Assim, a ideia de que o conhecimento é transmitido, que os alunos aprendem pelo simples copiar de ideias, ler ou ouvir informações que retêm na sua mente, foi combatida por Piaget que defendeu uma perspectiva cognitivista do construtivismo, assente no princípio de que a aprendizagem é uma compilação de complexas estruturas de conhecimento (Guzdial, 1997). Para este autor não existem estruturas cognitivas inatas, o aluno age sobre os objectos para obter conhecimentos (Arendt, 2003).

Papert, ao invés de criticar ou reformular os princípios do cognitivismo procurou adaptar um pensamento epistemológico, e não pedagógico, à aprendizagem escolar (Antunes, 2003). O construcionismo apresenta-se, assim, como uma reconstrução teórica do construtivismo piagetiano, elaborada por Seymour Papert, que foi aluno de Piaget, durante quatro anos, no Centro de Epistemologia Genética em Genebra.

Segundo Kafai & Resnick (1996), e nesta perspectiva, o construcionismo é considerado como uma teoria de aprendizagem e uma estratégia para a educação.

Assente no princípio segundo o qual o conhecimento não é simplesmente adquirido mas construído, formando-se estruturas de conhecimento (knowledge structures) suportadas pelas experiências e interacções com o mundo, o construcionismo acrescenta um outro pressuposto segundo o qual o aluno aprende, efectivamente, quando constrói "*artefactos*" significativos e pessoais. Deste modo, a preocupação centra-se na construção, não só da compreensão, mas também de artefactos (Trinity College, 2002).

Também segundo Fino (1998) o construcionismo acrescenta que o sujeito, para além de ser um construtor activo da aprendizagem, desenvolve construções particulares que são externas e partilhadas, que não devem ser ignoradas.

Assim, o construcionismo enfatiza que a aprendizagem surge do envolvimento e empenhamento com que os alunos constroem artefactos pessoais e significativos (Terra Junior, 1997).

Kafai & Resnick (1996), esclareciam que o construcionismo sugere que os alunos constroem novas ideias e desenvolvem conceitos quando trabalham activamente na produção de artefactos externos, como um poema, um castelo de areia, um programa de computador, sobre os quais podem reflectir, partilhar e discutir com os outros.

Considerando a relevância dos artefactos na construção de conhecimento significativo, apresenta-se, na figura 1, um modelo que estabelece uma ligação entre os artefactos e a compreensão. Através da interpretação, os artefactos promovem a compreensão e, através da construção de uma representação explícita, a compreensão produz artefactos. A interacção entre a interpretação e a representação possibilita o desenvolvimento de artefactos e da compreensão. A co-evolução deste desenvolvimento conduz à construção de conhecimento. Um conflito entre a compreensão do conhecimento implícito e explícito dá origem a um "breakdown", sendo este que promove a interpretação e a construção de novo conhecimento (Trinity College, 2002).

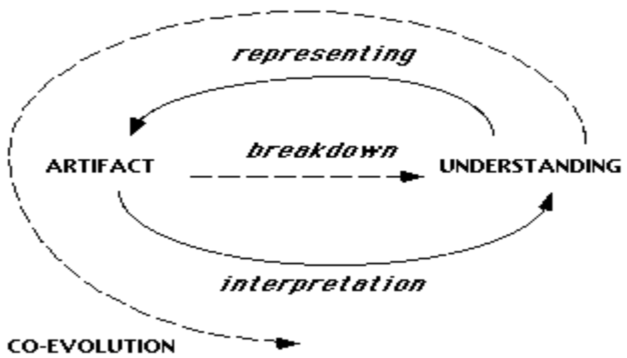


Fig. 1. Modelo que estabelece uma ligação entre os artefactos e a compreensão.

Papert acredita, então, que as crianças são capazes de pensar e compreender conceitos abstractos, desde que lhe seja fornecida uma máquina inteligente ou um artefacto que proporcionam a ligação entre o conhecimento sensório e o abstracto, tal como entre o mundo individual e o social (id).

Este é o surpreendente lema do construcionismo – através de simples construções o aluno desenvolve as suas capacidades de aprendizagem. Estas são um meio para alcançar ideias formais e abstractas, relações mais concretas e uma compreensão mais visual, manipulativa e real (LEGO Group, 2004).

Segundo Papert (1993) as Novas Tecnologias vêm facilitar a aprendizagem disponibilizando um conjunto de instrumentos que suportam diversos estilos intelectuais.

Este é o objectivo do construcionismo, encontrar caminhos em que as tecnologias permitam às crianças usar e alcançar conhecimentos diversos, não através da memorização de informações relevantes que anos depois estarão esquecidas, mas construindo conhecimentos que se apresentarão disponíveis nas situações certas e necessárias (Papert, 1980).

Assim, como psicólogo, Papert trabalhou no Laboratório de Inteligência Artificial do MIT e elaborou um conjunto de princípios a serem adoptados aquando do uso dos computadores para se assumirem como instrumentos valiosos no processo de construção do conhecimento, permitindo, ao aluno, realizar simulações e aplicações diversificadas, aperfeiçoando o processo de evolução cognitiva do mesmo.

O seu objectivo era gerar um ambiente de aprendizagem onde a informação não fosse transmitida ao aluno, mas a partir do qual este desenvolvesse conceitos e construísse o seu saber através da interacção com os objectos (Valente em Galvão Filho, 2001).

Assim, surge em 1970, uma linguagem de programação elaborada por Papert e seus colegas, designada por Logo – precursora dos A(D)GD's –, que permite às crianças utilizar conteúdos matemáticos como materiais de construção para a criação de figuras, animações, músicas, jogos, simulações no computador (LEGO Group, 2004).

Pode-se, assim concluir que, o construcionismo é uma teoria que: assenta em princípios da teoria cognitiva; enfatiza a aprendizagem e não o ensino; encoraja uma aprendizagem autónoma; vê o aluno como detentor de vontade e a aprendizagem como um processo; sugere experiências de aprendizagem onde o aluno age de modo crítico e curioso, interage com o professor, colegas e meio, aprendendo com situações reais; toma em consideração as crenças e atitudes dos alunos, bem como os contextos de aprendizagem; enfim, propõe que se proporcione ao aluno, através de experiências reais, e da interacção com artefactos, oportunidades de construção de novo conhecimento e uma sólida compreensão de conceitos (Brooks & Brooks, 1993).

Deste modo, será uma teoria a ter em conta aquando da utilização do computador e de software educativo em contexto de sala de aula uma vez que preconiza uma aprendizagem mais dinâmica, mais autónoma, mais criativa por parte do aluno, que assume o controlo do processo de aprendizagem e que, através de experiências significativas, proporcionadas pelo professor, explora, investiga, manipula, descobre, testa conceitos, discute e partilha alcançando conhecimentos.

A construção de conhecimento na interacção não só com o saber, mediada ou não pelo artefacto, mas também "com" e "para" os outros remete para outras perspectivas do construtivismo de carácter mais social – o sócio-construtivismo e o construtivismo comunal.

Baseado na teoria construtivista, segundo a qual o estudante está envolvido no processo de construção do seu conhecimento, o construtivismo social, influenciado por Vygotsky, acrescenta que tal construção ocorre pela e na interacção com os outros (Holmes et al, 2001).

Na opinião de Cole (2004) o construtivismo social é uma teoria de aprendizagem, segundo a qual o aluno constrói o seu conhecimento como o resultado da interacção com o ambiente e mediando a sua compreensão através de contextos sociais e culturais significativos. Baseado nos contributos de Vygotsky (1987) e Bruner (1990), o construtivismo social preconiza que a aprendizagem e o desenvolvimento são actividades sociais colaborativas, nas quais a comunidade assume um papel central conduzindo o aluno à construção de significado nas zonas de desenvolvimento (Cabrita, 2005).

Segundo Vygotsky, na interacção com os outros "peritos" no assunto, o indivíduo constrói conhecimento da zona de desenvolvimento próximo (ZDP) que não conseguiria construir sozinho dada a sua zona de desenvolvimento actual (ZDA) (id).

Em relação ao construtivismo comunal, este é definido como uma teoria de aprendizagem na qual os alunos, para além de construírem o seu próprio conhecimento (construtivismo), como o resultado da interacção com o seu ambiente (construtivismo social), estão envolvidos activamente no processo de construção do conhecimento para a sua comunidade de aprendizagem (Holmes et al, 2001) – a tónica principal é a construção do conhecimento com e para os outros (Meehan, Holmes & Tangney, 2001). A palavra chave poderá ser, então, a partilha. E nesse processo de partilha o sujeito reconstrói o seu próprio conhecimento (Cabrita, 2005).

Enfatiza-se assim, a importância de valores tais como a responsabilidade e o apoio e um trabalho verdadeiramente cooperativo (e não só colaborativo) e promove-se a motivação e a coragem, removendo a timidez, a vergonha e a individualidade conduzindo à criação de uma equipa naturalmente confiante, socialmente responsável, verbalmente fluente e extrovertida (Scrimshaw, 2001).

1.2.2. Comparação de softwares

Os progressos nas ciências da educação e na informação tecnológica vieram colocar ao alcance dos professores e alunos novas, úteis e amigáveis ferramentas para o ensino e aprendizagem (Kafi, 2002).

É amplamente aceite que as Novas Tecnologias podem promover alterações nas práticas de ensino e no modo como a aprendizagem é conseguida. De facto a integração do software educativo nestas práticas pode colaborar para um papel vivo e eficaz do aluno na sua aprendizagem (Borges, 1994).

Após a introdução dos computadores no ensino e aprendizagem da matemática, o desenvolvimento de software tem vindo a aumentar, particularmente na área da Geometria que utiliza as potencialidades de tais ferramentas para valorizar as representações externas (Coelho, 1995).

A utilização do computador na Geometria pode ajudar, através da simulação de transformações geométricas, para a construção de um significado apropriado de ideias matemáticas e geométricas fundamentais (Graf & Hodgson, 1998).

Tall (em Borges, 1994) defende o uso de software específico que possibilite a participação activa do aluno, que deve ser orientada pelo professor, através da exploração livre e significativa do software e a discussão dos conceitos abordados.

Assim, espera-se que a Geometria venha a sofrer variadas alterações nas abordagens praticadas tirando-se partido do uso dos computadores, nomeadamente dos Softwares (Dinâmicos) de Geometria Dinâmica.

Estas ferramentas poderão proporcionar uma aprendizagem significativa e inovadora, desta temática, valorizando-se, principalmente, na perspectiva de Garcia & Cuevas (2002):

• a importância das interacções, uma vez que a aprendizagem da matemática deve ser um processo essencialmente activo em detrimento de práticas e resultados repetitivos. De facto, uma aprendizagem activa requer uma mudança ao nível intelectual apelando à curiosidade que predomina num ambiente de discussão e partilha entre os alunos;

• a necessidade da fundamentação dos caminhos adoptados para a resolução de um problema ou justificação de uma conjectura, dando-se ênfase à comunicação entre alunos aquando da realização de uma tarefa. Interagindo com os colegas, partilhando ideias, expondo as suas estratégias e analisando os problemas, os alunos descobrem e compreendem facilmente os processos a adoptar para a execução de uma tarefa;

• a cooperação e o trabalho de equipa, entre alunos e alunos-professor, que este último deve adoptar como um método de ensino e de aprendizagem alternativo à cultura dominante.

Esta perspectiva didáctica dá relevância a um papel autónomo e dinâmico do aluno através, nomeadamente, da realização de investigações que envolvam pesquisa, sendo o professor um guia na exploração e construção do saber (Bernardes e Veloso em Borges, 1994).

Dentre os micromundos mais divulgados contam-se o Logo e os Softwares (Dinâmicos) de Geometria Dinâmica: Cabri-Géomètre, Geometer´s Sketchpad e Cinderella.

A linguagem Logo, uma das mais utilizadas e divulgadas no mundo da educação em matemática, foi desenvolvida no terminar dos anos sessenta por Seymour Papert e seus colaboradores:

> "O LOGO é uma linguagem de programação que tem sido muito utilizada na aprendizagem da Matemática. Trata-se de uma linguagem de programação muito especial, pois foi concebida para ser utilizada como ambiente de aprendizagem de crianças de todas as idades e capacidades" (Ponte e Canavarro, 1997, p. 279).

Dedicado às crianças[1], principalmente entre os 6 e 12 anos (a frequentarem o 1º ou 2º CEB de acordo com o sistema português) (Coelho, 1995), apresenta um ambiente de aprendizagem assente nas teorias interacionista e construtivista (Teruya, 2001).

[1] Ao nível do 3º Ciclo e Secundário outros programas, descendentes do Logo, se destacam de que é exemplo o LogoGeometria (Coelho, 1995).

Segundo Borges (1994),

> “o aspecto mais divulgado desta linguagem, pelo menos em meios educacionais, é a geometria da tartaruga que constitui um modo bastante atraente de iniciar o contacto com a linguagem. A tartaruga é um pequeno objecto que é movimentado sobre o ecrã através de comandos simples, dados numa linguagem quase natural” (p. 56).

Assim, o Logo permite realizar actividades complicadas de um modo muito aprazível e bastante intuitivo, a partir de componentes básicos e aparentemente fáceis, mesmo para alunos pouco habituados ao computador e menos motivados para a matéria a abordar (id). A linguagem Logo possibilita ao aluno o desenvolvimento de experiências através dos movimentos da tartaruga e, de seguida, através de listas e outras funcionalidades (Coelho, 1995).

O aluno orienta uma tartaruga cibernética, que se movimenta no ecrã de acordo com as instruções recebidas e a direcção escolhida, podendo, se assim pretender, deixar assinalado o rasto por onde caminha, construindo figuras planeadas ou totalmente impensadas (Ponte e Canavarro, 1997). O utilizador dá largas à imaginação, fantasiando sobre o que pretende fazer, transferindo os seus pensamentos para a linguagem do computador (Mason, 1995). Não admira, portanto, que o Logo seja uma linguagem particularmente considerada porque se coloca na perspectiva da geometria natural da criança, ou seja, uma geometria inerente ao aluno, de estruturas elementares de simetria, repetição e recursão (CRSE, 1988). Segundo Papert (1988), a relação e trabalho desenvolvido pela criança com a tartaruga fomenta “a experiência e o prazer da criança em falar, em comandar, em movimentar” (p. 81).

Na linguagem Logo, a criança domina e programa o computador para construir o seu conhecimento e estruturas intelectuais adjacentes (Teruya, 2001). De facto, uma criança, através da programação do computador e das instruções dadas à tartaruga, adquire domínio sobre uma ferramenta tecnológica poderosa e estabelece um contacto com os pensamentos mais profundos da ciência, da Matemática e da construção de modelos intelectuais (Kahn & Friedman, 1998). Também segundo Roblyer, Edwards & Havriluk (1997) o Logo assume um papel muito importante no desenvolvimento da educação segundo uma perspectiva construtivista, conquistando um slogan que o apresenta como uma linguagem muito simples para as crianças aprenderem, mas muito sofisticada para permitir o desenvolvimento de conceitos avançados de uma forma muito agradável e intuita. Segundo Papert (1988), o facto de a criança utilizar a Geometria da Tartaruga na aprendizagem de alguns temas matemáticos conduz a circunstâncias essencialmente afectivas e relacionais de que é exemplo uma experiência realizada no laboratório Logo, em que diversas crianças entraram a detestar números e saíram a adorá-los. Esta linguagem permite, então, a criação de modelos intuitivos para determinados conceitos matemáticos bastante complexos, considerados complicados pela maioria das crianças, e a promoção, nas crianças, de tenra idade, de pensamentos abstractos que de outra forma seriam quase impossíveis (Schwartz & Beichner, 1999). Além disso, o Logo fomenta uma visão holística da Matemática, pois proporciona, através das experiências de movimentação da tartaruga: a aprendizagem dos números, das formas, do tamanho, da direcção; a resolução de problemas; o desenvolvimento de pensamentos diversificados, da flexibilidade, da cooperação, da criatividade, da formulação de conjecturas (Haugland & Wright, 1997).

No entanto, tal só é possível desde que o aluno seja o centro do ensino e aprendizagem, isto é, ocupe a posição do Matemático (Matos, 1991). Num ambiente poderoso, através de um trabalho autónomo, onde se sinta livre para explorar, bem como motivado e desafiado, o aluno aprende de uma forma natural muitas noções e ideias matemáticas (Ponte e Canavarro, 1997). O aluno explora de uma forma autónoma, livre e dinâmica os ambientes de ensino, cometendo erros mas, com o apoio da ferramenta e da capacidade de visualização que proporciona, luta para ultrapassá-los adquirindo, desde modo, um conhecimento mais sólido. Aqui é essencial a interactividade que o Logo promove pois, ao cumprir uma instrução dada, apresenta, de imediato, o feedback, assente na visualização do resultado (inesperado) ou das mensagens de erro que aparecem em certas situações, desenvolvendo a capacidade de autocorrecção do aluno e encarando o erro como um elemento de aprendizagem e não constrangedor (Ponte e Canavarro, 1997). Numa aula tradicional o erro é símbolo de constrangimento e, portanto, um dado a esquecer, enquanto que, num ambiente de aprendizagem com a linguagem Logo, um erro cometido ao desenhar não provoca censura, pelo contrário, a criança é incentivada a descobrir o porquê do mesmo (Papert, 1988). O Logo é, assim, uma linguagem que promove a aprendizagem por descoberta ou melhor, por pesquisa (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002) e, através de instruções dadas pela criança à tartaruga, aquela aprende ensinando o computador.

Claro que não se descura, aqui, o papel do professor e dos outros alunos. Aquele, através de métodos de ensino apropriados ajudará "a estabelecer relações entre as propriedades observadas das figuras e as acções necessárias para as construir" (Miranda, 1998, p. 373). Os colegas permitem e instigam a exposição e confronto de ideias sobre os problemas desafiantes que o professor propôs ou que surgem a propósito destes.

Resumindo, o Logo estimula a motivação, a cooperação e o trabalho colaborativo; incentiva a criatividade e a imaginação; revela-se de extrema importância no sucesso de diversas áreas matemáticas uma vez que torna mais reais e concretos certos conceitos abstractos, através da visualização e exploração dos mesmos. O Logo é um software ideal para o desenvolvimento da aprendizagem matemática uma vez que permite explorar conceitos matemáticos abstractos, imite um feedback imediato e simplifica a conexão entre diferentes representações (Schwartz & Beichner, 1999).

No entanto, o Logo apresenta algumas limitações. Segundo Laborde (em Coelho, 1995) as especificidades da sintaxe são um dos entraves à resolução de problemas. Por outro lado, tal como indicam Laborde & Strässer (em Coelho, 1995), neste micromundo não há possibilidade de manipular directamente os objectos construídos, o que dificulta a visualização e estabelecimento de propriedades, bem como a formulação e verificação de conjecturas. Estas são as mais valias dos Ambientes (Dinâmicos) de Geometria Dinâmica como já tivemos oportunidade de referir.

Ambiciona-se que tanto o ensino da geometria como o da matemática constituam uma índole bem mais experimental, direccionada para a resolução de problemas, exploração de conceitos, elaboração e testagem de conjecturas, para pequenas investigações, sendo os A(D)GD's fontes poderosas e valiosas para a prática de todos os aspectos mencionados (Silveira, 2002).

Também Veloso (2002) partilha desta opinião referindo que os A(D)GD's podem auxiliar e estimular a renovação do ensino da geometria porque são instrumentos perfeitos para uma abordagem desta temática com recurso à intuição, à exploração de situações geométricas problemáticas, ao desenvolvimento de tarefas investigativas, à formulação de conjecturas e sua validação, ou não, consoante os exemplos ou contra-exemplos que vão criando.

Os A(D)GD's mais divulgados e que permitem abordar a Geometria de uma forma mais viva e dinâmica, apelando a actividades explorativas e investigativas, de forma livre e autónoma por parte dos alunos, são o Cabri-Géomètre, o Geometer's Sketchpad e o Cinderella.

Tal como resumido por Piteira (2000),

> "o Cabri-Géomètre II, (é) produto de um projecto de investigação realizado pela Universidade Joseph Fourier de Grenoble, França e pelo centro Nacional de investigação científico francês; o The Geometer's Sketchpad, (é) fruto de um projecto americano de ensino da Geometria – o 'Visual Geometry Project' – da responsabilidade de uma equipa de professores e investigadores reconhecidos no campo da Geometria. (...) e o Cinderella, (foi) concebido pelo suíço Jürgen Richer-Gebert e pelo alemão Ulli Kortenkamp, ambos matemáticos investigadores" (p. 31).

Tanto o Cabri como o Sketchpad, não são desprovidos de material auxiliar, caindo nas mãos do professor que o teria de analisar e explorar e ainda de elaborar tarefas a realizar pelos alunos e inventar uma série de actividades interessantes que os envolvesse activamente na aprendizagem. O Cabri, por exemplo, é um software sobre o qual existem diversos trabalhos de investigação, artigos em revistas, livros com propostas para actividades. O próprio manual deste A(D)GD vem acompanhado por dois outros livros que integram propostas de explorações para os vários níveis escolares (Veloso, 1995).

Genericamente, o Cabri, o Sketchpad e o Cinderella são poderosas ferramentas que promovem uma abordagem dinâmica da geometria, especialmente euclidiana, através de tarefas de exploração, investigação e descoberta (Piteira, 2000).

Na visão de Veloso (2000b), o Cabri é um A(D)GD mais indicado para o estudo da geometria euclidiana e analítica dispondo de instrumentos para construir polígonos, cónicas, lugares geométricos, realizar transformações geométricas, usufruindo-se dos referenciais. Apresenta, ainda, animação múltipla de objectos e a constituição de tabelas permitindo registar dados das explorações que se vão realizando.

Ainda na opinião do mesmo autor, o Sketchpad é aconselhado também para o estudo da geometria euclidiana e analítica permitindo a elaboração de construções elementares e transformações geométricas, podendo ser utilizado, apelando à criatividade e imaginação, para o estudo da geometria não euclidiana e da geometria no espaço. No que diz respeito às transformações geométricas, o Sketchpad permite alterar ao mesmo tempo, um conjunto de objectos, constituindo uma vantagem sobre o Cabri (Silveira, 2002). Por seu lado, o Cinderella apresenta duas vantagens relativamente ao Cabri e ao Sketchpad que se prendem com a integração de tópicos referentes à geometria não euclidiana e com a possibilidade de colocação dos resultados das actividades na Web de modo muito prático.

Assim, Silveira (2002) é da opinião que o Cabri é mais intuitivo para as crianças e que, em termos de hierarquia, talvez propusesse o Cabri para utilização com alunos do Ensino Básico, o Sketchpad para o Ensino Secundário e o Cinderella mais direccionado para o Ensino Superior.

Também Veloso (2002), um grande adepto do Sketchpad, reconhece as suas potencialidades para o uso no 3º Ciclo do Ensino Básico, mas, especialmente, nos anos posteriores, tanto ao nível do Ensino Secundário como do Superior.

As últimas versões do Cabri e do Sketchpad integram tópicos de geometria analítica nas suas potencialidades permitindo a ligação da geometria com dois outros conteúdos, a álgebra e as funções, anulando uma desvantagem em relação a outros A(D)GD's, de que é exemplo o Cinderella. Relativamente à conexão da geometria analítica com a álgebra, estes programas permitem o acesso a um sistema de eixos, com possibilidade de marcação de pontos e construção de equações cartesianas e circunferências, admitindo a deslocação da origem, a modificação da unidade de medida do sistema e a introdução de coordenadas polares.

Estas poderosas ferramentas de trabalho apresentam outras semelhanças entre as quais a execução automática de rotinas usuais da geometria com recurso aos menus descendentes que os compõem, podendo, tal como refere Veloso (1995):

- "executar rotinas da geometria euclidiana: traçado de segmentos, rectas e circunferências, perpendiculares e paralelas, determinação de ponto médio, determinação de intersecções entre rectas, entre circunferências e entre rectas e circunferências, traçado de bissectrizes, etc., e colocar legendas junto desses objectos construídos pelo programa;
- efectuar transformações geométricas: translação, rotação, reflexão e dilação;
- efectuar e escrever no ecrã resultados de medições habituais em geometria: distâncias, amplitudes de ângulos, declives de rectas, áreas de polígonos e circunferências, etc.;
- mediante uma calculadora incluída no programa, calcular e escrever o resultado de operações elementares e transcendentes (...) efectuadas sobre as medidas anteriores" (p. 54).

Ainda em relação às potencialidades que estes dois A(D)GD's têm em comum, destacam-se a construção de macros e a flexibilidade de menus, embora por diferentes processos. Isto é, ambos os softwares permitem a construção e memorização de práticas repetitivas e mais complicadas, que passam a constituir uma base à qual se pode aceder em qualquer momento. No Cabri são designadas por macros, enquanto que no Sketchpad são denominadas por scripts. Esta é uma das vantagens que apresentam sob o Cinderella que não permite este tipo de construção realizada pelo próprio utilizador. Em relação aos menus é possível proceder a alterações de acordo com o estudo que se pretende realizar, ou seja, tanto no Cabri como no Sketchpad podem-se retirar menus ou tópicos de menus que não sejam necessários ao trabalho proposto (Veloso, 1995).

Ainda acerca deste último tópico é importante referir que o Cabri apresenta benefícios em comparação com o Sketchpad uma vez que apresenta muito mais escolhas possíveis em cada um dos menus e disponibiliza opções que o Sketchpad não possui, como a opção triângulo, mediatriz, polígono, polígono regular, cónica, entre outros (Silveira, 2002).

Relativamente aos ícones apresentados pelo Cinderella, apesar de muito semelhantes aos do Cabri, pensa-se serem demasiados, tornando-se muito complicado para a aprendizagem dos alunos.

O Cabri apresenta ainda uma vantagem fulcral relativamente a outros A(D)GD's que se prende com o facto de permitir a verificação de propriedades que é de extrema importância aquando da formulação e testagem de conjecturas, bem como do estabelecimento de propriedades e sua validação.

Além disso e como indica Veloso (2002), o Sketchpad usa o paradigma "primeiro o substantivo e depois o verbo" enquanto o Cabri e o Cinderella usam o paradigma "primeiro o verbo, depois o substantivo". Deste modo o Cabri apresenta-se de mais fácil manipulação e compreensão seguindo uma ordem de selecção de comandos e objectos que se assemelha à nossa linguagem corrente. No Sketchpad elege-se primeiro o objecto e só depois o que se pretende fazer com ele, o que pode baralhar o aluno e originar situações complicadas.

Concluindo, não obstante os diversos A(D)GD's apresentarem algumas fragilidades – o que levou Silveira (2002) a propor um tipo de software ideal onde,

> "rejeitava o interface do Cinderella, aproveitava construções elementares, polígonos e cónicas do Cabri, parte da geometria analítica e talvez animações do Sketchpad, geometrias não euclidianas e facilidade de colocação na Web do Cinderella e naturalmente nunca abdicaria das macros do Cabri ou dos scripts do Sketchpad" (p. 9)

– eles podem construir uma mais valia para um ensino e aprendizagem renovados da geometria, revelando-se o Cabri mais ajustado ao Ensino Básico (incluindo 3º Ciclo) principalmente pela sua facilidade e robustez em relação a variadíssimos tópicos que importa considerar naquele nível de ensino e que outros não incluem.

1.2.3. Estudos realizados

Nas últimas décadas, os computadores foram vistos como factores promissores que poderiam influenciar a educação. Assim, diversos projectos, tanto ao nível da Comunidade Europeia como fora dela, foram efectuados, com o objectivo de se investigar o potencial educativo do uso dos computadores e as suas implicações (Ponte, Nunes e Veloso, 1991).

Mais concretamente, o aumento do uso de micromundos ou Ambientes (Dinâmicos) de Geometria Dinâmica levou à realização de vários estudos com o objectivo de observar as suas potencialidades no ensino e na aprendizagem da matemática, e em especial, da geometria.

Das diversas linguagens de programação existentes, o Logo, foi a mais divulgada na educação (Coelho, 1995).

As principais investigações que admitiram o Logo com o objectivo de estudo localizaram-se, essencialmente, nas décadas 80/90 tendo sido, em Portugal, o primeiro estudo desenvolvido por João Filipe Matos em 1987, com alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico. Permitiu concluir que as actividades desenvolvidas com o apoio desta linguagem de programação se mostraram amplamente adaptáveis ao 1º Ciclo. O facto de a Escola envolvida praticar uma pedagogia com base na diversificação de actividades e recursos de aprendizagem e na autonomia e responsabilização dos alunos foram aspectos que pesaram, favoravelmente, no sucesso da experiência (ver também Coelho e Saraiva, 2002).

Um outro estudo realizado com o Logo foi o de Maria Augusta Neves (1988) que testou as potencialidades desta linguagem na recuperação de alunos do 9º ano de escolaridade que revelavam um grau de insucesso a Matemática bastante profundo. A conclusão obtida valoriza, mais uma vez, o Logo que permitiu progressos significativos na aprendizagem dos alunos e uma valorização da Geometria, ampliando-se a visão sobre este tema (ver também Abrantes, 1997).

Saraiva (1991) também realizou uma investigação com o Logo.Geometria, ao nível do Ensino Secundário, mais especificamente com duas turmas de 10º ano, pretendendo analisar as potencialidades desta linguagem na promoção da construção de noções e relações matemáticas, na capacidade de elaborar e solucionar problemas, na compreensão da necessidade das demonstrações e na aquisição de novas atitudes e concepções face à Matemática, através de tarefas de exploração e descoberta que incentivaram a formulação e testagem de conjecturas (ver também Coelho e Saraiva, 2002). Este software também se revelou uma ferramenta adequada ao desenvolvimento das competências enunciadas.

Carlota Borges (1994) realizou um estudo, com o Logo, ao nível do 7º ano de escolaridade, concluindo que os alunos gostaram da experiência, sentindo-se mais motivados para a realização das tarefas, tendo esta linguagem contribuído para um ambiente de sala de aula mais agradável e para uma melhoria da visão dos alunos face à Matemática (ver também Abrantes, 1997).

> "No que respeita à aprendizagem de conceitos a maioria dos alunos manifestou, e foi confirmado tanto pelas professoras como pelos resultados obtidos nos testes, que a aquisição de conceitos relacionados com os casos de igualdade de triângulos foi facilitada e estimulada pela utilização do computador e da linguagem Logo. Talvez o facto de eles terem programado e de terem passado mais tempo na construção das figuras contribuísse para uma melhor consolidação dos conceitos" (Borges, 1994, p. 139 e 140).

Piteira (2000) realizou um estudo sobre a aprendizagem da Geometria em contexto escolar, utilizando o Ambiente (Dinâmico) de Geometria Dinâmica – The Geometer's Sketchpad –, com alunos de 8º e 9º anos de escolaridade que, em entrevista, também foram da opinião "que os ADGD são bastante vantajosos para o estudo da Geometria, tornam-se mais rápidos e rigorosos, dispensando o tempo gasto na construção de vários exemplos" (id, p. 213).

Esta autora refere, também, "que durante a resolução das propostas de trabalho os alunos sentem necessidade de utilizar uma linguagem matemática rigorosa, nas suas construções" (id, p. 214) concluindo, deste modo, que "esta especificação dos elementos da linguagem matemática possivelmente contribui (...) para a compreensão matemática e consequentemente aprendizagem matemática" (id; ib).

No entanto, apresenta algumas limitações do software, nomeadamente: a resolução de problemas que envolviam a construção de figuras, gastando, os alunos, muito tempo na sua elaboração, não o aproveitando para o estudo das relações e propriedades geométricas; algumas imperfeições nas medições originadas pela escala de aproximação do software e o arrastamento de figuras conduzindo a conclusões, apenas, por visualização (id).

Silva (2002), também, delineou um estudo com o Geometer´s Sketchpad que lhe permitisse compreender e caracterizar as práticas pedagógicas que se podem desenvolver com este software, facilitadoras da construção, manipulação e verificação de invariantes. Com esta investigação pretendia, ainda, analisar como é que um determinado grupo de alunos explorava, com base na realização, justificação e investigação, o software e quais as implicações para a compreensão de objectos geométricos. Concluiu, principalmente, que:

> "Os alunos consideraram que a utilização do programa de geometria dinâmica, The Geometer's Sketchpad, foi importante e emitiram, opiniões muito favoráveis sobre a utilização deste software, na medida que proporcionou-lhes situações de aprendizagens diferentes, e permitiu uma melhor compreensão e consolidação dos conceitos estudados" (id, p. 63).

Apesar de não constituir um estudo, revela-se pertinente referir alguns testemunhos de professores sobre a utilização do Geometer's Sketchpad, no âmbito do curso "As TIC no ensino da Matemática e das Ciências – um passo à frente com a Internet" realizado na Escola Superior de Educação de Setúbal em 1997. Destacam-se: "*O que gostei mais foi do que menos conhecia: Geometer's Sketchpad. Achei espantosas as potencialidades do programa para exploração de conceitos que de outra maneira seria pouco elucidativo e muito mais demorado*" e "*Tinha medo ... Não precisava ... Comecei a gostar ... Finalmente já uso e abuso*" (Duarte, s/d).

Um outro micromundo, o Cabri-Géomètre, tem sido explorado e alvo de investigações embora que reduzidas, principalmente no que a Portugal diz respeito, mas concordantes quanto ao potencial deste software no ensino e na aprendizagem da Geometria.

Bellemain (1992) realizou um estudo que partiu do pressuposto de que a manipulação de figuras desenhadas no Cabri-Géomètre pode contribuir para evidenciar as propriedades geométricas das mesmas bem como para desenvolver competências de resolução de problemas.

A experiência permitiu concluir, por um lado, que a manipulação directa dos desenhos contribuiu para que os alunos evoluíssem no sentido da sua construção, isto é, atendendo às propriedades características das figuras geométricas. Por outro lado, que o controlo que o Cabri permite que o aluno exerça permite que se evolua de uma situação de avaliação das aprendizagens por parte do professor para uma situação de validação, por parte dos alunos, das suas próprias construções (id).

Margarida Junqueira (1995a) realizou um estudo, ao nível de 9º ano, recorrendo ao Ambiente (Dinâmico) de Geometria Dinâmico, Cabri-Géomètre, com base na exploração de figuras e suas propriedades, partindo de construções geométricas resistentes (que não se modificam quando arrastadas), da justificação e investigação (ver também Ponte, Matos e Abrantes, 1998). Como principais conclusões do estudo destacam-se:

> "as justificações que os alunos davam sobre a validade dos seus processos de construção de figuras geométricas, evoluíram no sentido de substituírem argumentação visual e empírica por outra mais rigorosa, à medida que, sistematicamente, foram sendo desafiados a descrever e a explicar esses processos" (Junqueira e Valente, 1998, p. 7).

No entanto, até à conclusão da investigação, alguns alunos continuaram a elaborar construções que se desmanchavam, não compreendendo a necessidade de resistência à manipulação. A maioria dos alunos sentiu dificuldade na percepção do sentido de justificação formal de uma construção e, o facto da proposta de investigação de uma construção se apresentar muito aberta gerou alguma insegurança (Junqueira, 1995a).

Coelho (1995) também realizou uma investigação com seis alunos do 6º ano de escolaridade, utilizando o Cabri-Géomètre como ferramenta de trabalho, pretendendo descrever e interpretar os processos evidenciados em resolução de problemas e construção de conhecimentos por estes alunos. Uma das conclusões gerais que retirou foi "que o Cabri-Géomètre é um micromundo poderoso para a resolução de problemas" (id, p. 238) e que os alunos progrediram bastante ao nível das estratégias utilizadas na resolução dos problemas propostos. Salienta, ainda, que "a eficácia mais evidente do software se relaciona com a possibilidade de utilização de estratégias de tentativa e erro e com o movimento, com a manipulação directa, caso em que a geometria assume a sua natureza dinâmica" (id, p. 239).

Sangiacomo (1996) realizou uma investigação com o objectivo de estudar a passagem de desenho para figura geométrica, quer ao nível histórico quer pedagógico. Este estudo pretendia analisar dois pontos críticos: o primeiro relativo à dificuldade sentida pelos alunos em reconhecerem os invariantes de uma figura e o segundo referente à não percepção dos alunos da existência de uma classe de figuras que representa um objecto geométrico. Assim, utilizando o Cabri-Géomètre, instrumento que permitia desenvolver os parâmetros em questão e, socorrendo-se de uma sequência didáctica pré-definida, Sangiacomo concluiu que os resultados obtidos foram relevantes no reconhecimento de invariantes de uma figura geométrica e na existência de uma classe de figuras que representam um objecto geométrico (id).

Leme da Silva (1997) desenvolveu um estudo que assentava na abordagem do Teorema de Tales, pelo professor, facilitadora da construção do significado subjacente a tal teorema e da sua aplicação a situações concretas, através de uma sequência didáctica suportada pelo Cabri-Géomètre. A investigação permitiu concluir, principalmente, que a sequência adoptada possibilitou a atribuição de significado aos conceitos geométricos e a sua aplicação a outros campos matemáticos (id).

Rodrigues (1997) refere, na sua investigação, que o Cabri-Géomètre possibilita uma aprendizagem activa e dinâmica da geometria permitindo, de um modo eficaz, a interacção com o utilizador, apresentando-se como apropriado para auxiliar um ensino renovado da Geometria, levando naturalmente à necessidade de demonstração (ver também Coelho e Saraiva, 2002). Destaca, também, que:

> “as características específicas do Cabri ao mesmo tempo que constrangem a actividade matemática dos alunos (pela exigência de construções geométricas que façam apelo ao conhecimento dos alunos acerca das propriedades de alguns objectos matemáticos e que respeitem o paradigma subjacente ao seu modo de utilização), funcionam como recurso dessa mesma actividade (pela emergência dos invariantes dessas mesmas construções e da dependência funcional dos objectos construídos, ligados hierarquicamente, entre si, por uma relação constante)” (Rodrigues, 1997, p. 276).

Bellynck (1999) concebeu e desenvolveu um dispositivo que permite integrar, no Cabri-Géomètre II, uma visão textual (equivalente à visão gráfica) das figuras geométricas e igualmente dinâmica. De facto, o programa surge em simultâneo à construção das figuras, o que permite uma aprendizagem intuitiva da linguagem de programação. A 'qualidade dinâmica' da geometria na figura é, então, transposta para a 'qualidade formal' da linguagem subjacente. Da mesma forma, a manipulação da interface é transposta para a animação do texto. Tal transposição coloca problemas interessantes que poderão, no entanto ser rapidamente resolvidos e frutíferos para ambientes análogos.

Carvalho (s/d) apresenta uma experiência, subjacente à sua tese de doutoramento com a qual pretende investigar:

> "o papel possível dos problemas de construção geométrica, mais precisamente, aqueles em que as transformações geométricas são ferramentas de resolução, que nós designamos PCf-transformações, na abordagem do aspecto pontual e o global das transformações. Este estudo restringe-se à técnica "Abandono de uma condição" no ambiente Cabri geométrico II" (id, p. 1).

A escolha pelo Cabri-Géomètre deveu-se às potencialidades que oferece para o desenvolvimento do estudo:

> "experimentação gráfica; estatuto atribuído aos objetos; deslocamento (como fonte de retroacção); validação, discussão da solução; o conjunto de construções elementares que são disponíveis no seu menu; a manipulação directa do desenho; a não possibilidade de intersecção de um "objecto" Cabri com um "Lugar" Cabri. Este último é visto como um obstáculo positivo para provocar a pesquisa da transformação ferramenta para a resolução do problema" (id, p. 1).

O facto de o Cabri-Géomètre apresentar limitações no item 'lugar geométrico' funcionou como destabilizador, tal como pretendido, levando ao estudo de uma figura auxiliar proporcionada pela técnica "Abandono de uma condição" (TAC) (id).

As investigações realizadas revelam o potencial educativo do computador e linguagens/softwares utilizados, considerando-se, como características comuns a estes estudos, o envolvimento activo dos alunos na resolução das tarefas, a motivação dos mesmos, permitindo-lhes o desenvolvimento da autonomia e da responsabilidade. Embora o domínio do conhecimento não seja, em vários casos, muito destacado, poder-se-á suspeitar da importância destes ambientes no ensino e aprendizagem da geometria.

Neste sentido, Laborde (em Coelho e Saraiva, 2002) considera fundamental a continuação de estudos com o objectivo de formular relações entre a exploração do software e a geometria aprendida.

A estrutura em que assentam as experiências de aprendizagem não reside, apenas, no software mas também na interacção que se desenvolve entre o professor e o aluno (Schwartz & Beichner, 1999) que interagem, dialecticamente, com o próprio ambiente de sala-de-aula. Este, por sua vez, é causa e consequência da forma como professores e alunos (e demais sociedade) se posicionam sobre o ensino e a aprendizagem. Todas as múltiplas relações entre estas valências merecem investigação aprofundada.

1.3. O Cabri-Géomètre – principais características

O Cabri (abreviatura de Cahier de Brouillon Interactif) foi concebido por uma equipa composta por dois cientistas da computação, Philippe Cayet e Yves Baulac e um especialista em Educação, Franck Bellemain do Laboratoire de Structures Discrètes et de Didactique do IMAG (Institut d'Informatique et Mathématiques Applique), da Universidade Joseph Fourier, em Grenoble, França e liderada por um matemático e cientista em computação, Jean-Marie Laborde. O projecto foi financiado pelo Centro Nacional de Investigação Científica (CNRS), de França.

Inicialmente, o projecto consistia na realização de um protótipo sem intuito de divulgação ao público ou de comercialização, apresentando-se apenas como uma pesquisa com vista a uma melhor utilização de diversos conceitos em termos de interface gráfica e à possível realização de um software para o ensino e investigação da geometria. Posteriormente, um grupo de investigadores empenhou-se em tornar o Cabri-Géomètre num instrumento profissional a difundir (Laborde em Accascina & Tomasi, 2003).

Originalmente criado para Macintosh, o Cabri foi, posteriormente, adaptado para os PCs, denominando-se as primeiras versões por "Le Géomètre". Hoje, todas as configurações designam-se por "Cabri-Géomètre" (Coelho, 1995).

A primeira versão do Cabri data de 1988, tendo, desde então, sofrido diversas reformulações dando origem a novas versões mais completas e aperfeiçoadas, com elevado número de potencialidades e funções adicionais aparecendo traduções em diversas línguas como francês, inglês, português, espanhol, italiano, alemão, holandês, chinês, japonês, entre outras (Ponte e Canavarro, 1997).

Após a primeira versão de 1988, para a plataforma Macintosh, surge outra um pouco melhorada, a versão Cabri 1.7 para o MS-DOS, seguida do Cabri II, para ambas as plataformas, com novas utilidades e capacidades (Boieri & Ramassotto, 1997). Presentemente já está disponível a versão Cabri 3D e Cabri Jr.

O Cabri 3D é um software de geometria interactivo que permite: construir e manipular figuras no espaço; clarificar e organizar as construções utilizando numerosos atributos gráficos; visualizar as figuras sobre diferentes ângulos e escolher uma projecção de entre as 15 disponíveis; imprimir as páginas do documento em alta resolução e exportar os documentos sob a forma de figuras interactivas para aplicações Windows e Internet. (http://www.cabri.com/web/nsite/html/cabri_3d.html)

O Cabri Jr. é um software aplicável às calculadoras gráficas, que permite interacção com o computador, tornando a geometria acessível a todos. (http://www.cabri.com/web/nsite/html/cabri_jr_.html)

Nas primeiras versões, o Cabri era, fundamentalmente, um instrumento que apresentava e realizava as tradicionais funcionalidades das ferramentas de régua e compasso mas, com o aparecimento da Versão Cabri II, muitas falhas foram colmatadas introduzindo-se a opção, não euclidiana, do transporte de medidas e todo um micromundo de geometria analítica, bem como novos menus e objectos geométricos e opções de animação, macros e verificação de propriedades, entre outras (Boieri & Dané, 2003).

Hoje, o Cabri II é reconhecido como um ambiente dinâmico: onde os estudantes representam variadas situações, realizam experiências, exploram um universo específico e descobrem propriedades; apropriado para a investigação de geometria elementar, permitindo a construção de objectos geométricos, a sua manipulação e observação de invariantes que levam há dedução de propriedades; que possibilita, através de construções simples, a elaboração de outras mais complexas, permitindo a sua reformulação, a sua reprodução passo a passo através do menu história (Revisar Construção), a sua exploração conduzindo a generalizações (Fortuny & Giménez, 1994).

O Cabri II é um software de muito fácil familiarização e rápido controlo, apresentando-se com comandos simples e intuitivos.

A interface do Cabri II está completamente repensada de um modo que Laborde define como "incontextual", combinando o tradicional menu textual, que apresenta cinco tópicos (arquivo, editar, opções, janela e ajuda) com uma barra de instrumentos identificada com ícones, que permite aceder aos instrumentos de desenho e verificação, assemelhando-se à interface do programa Windows, mais propriamente, do Word e Excel (Boieri & Ramassotto, 1997).

O layout do Cabri-Géomètre II – versão portuguesa –, a que se usou no âmbito da investigação desenvolvida, é o que se apresenta na figura 2.

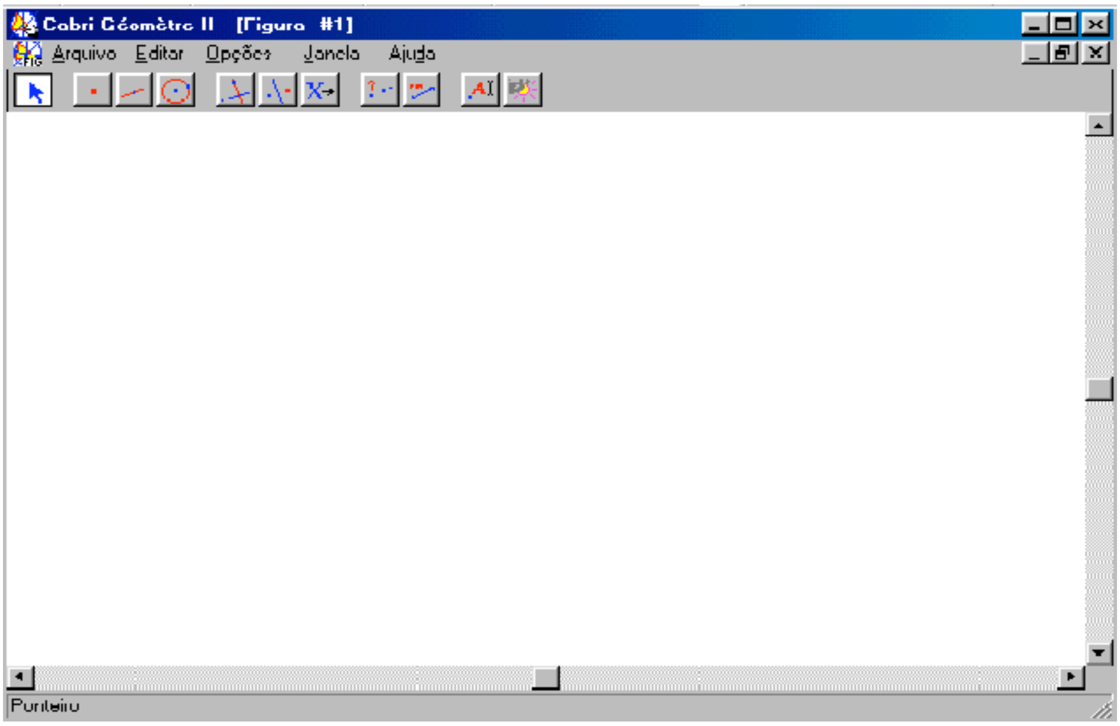


Fig. 2. Interface do Cabri-Géomètre II (versão portuguesa).

Relativamente à interface, esta revela-se muito simples apresentando menus descendentes aos quais se acede com o rato e que permitem a realização das mais variadas experiências e construções geométricas.

O primeiro menu, '*Arquivo*', exibe comandos, basicamente, para abrir, fechar, salvar ou imprimir construções (figura 3). O menu '*Editar*' contém comandos, essencialmente, para seleccionar ou copiar objectos ou construções, actualizar a janela de desenho ou exibir, novamente, as construções e permite reproduzir, passo a passo, uma construção pela ordem em que os objectos foram seleccionados, apresentando, a tracejado, os que foram escondidos mas não exibindo os que foram eliminados ou os deslocamentos realizados (figura 4).

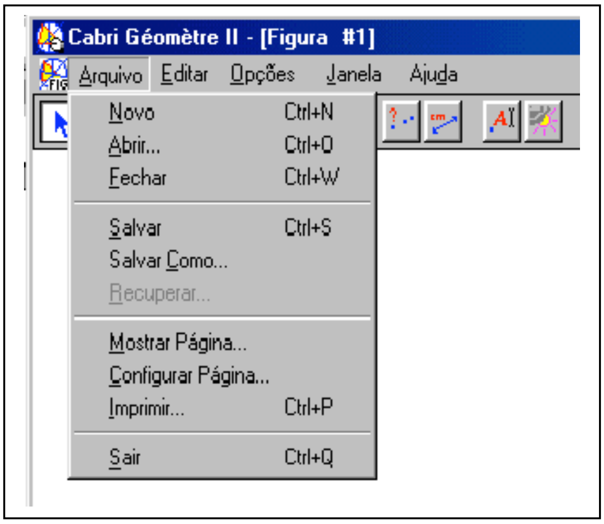


Fig. 3. Menu '*Arquivo*' do Cabri II.

Fig. 4. Menu '*Editar*' do Cabri II.

O menu '*Opções*' (figura 5), permite exibir ou esconder uma barra de atributos que controla a aparência dos objectos; definir preferências para configurar o desenho e reorganizar ou esconder ferramentas possibilitando a modificação de menus de acordo com os níveis escolares a leccionar e as necessidades específicas.

O menu '*Janela*' apresenta opções para exibições no Windows em forma de 'cascata' ou 'lado a lado' horizontal ou verticalmente. Permite ainda "fechar tudo" (figura 6).

O menu '*Ajuda*' disponibiliza explicações para cada tópico em que se decompõem os menus da barra de ferramentas (figura 7).

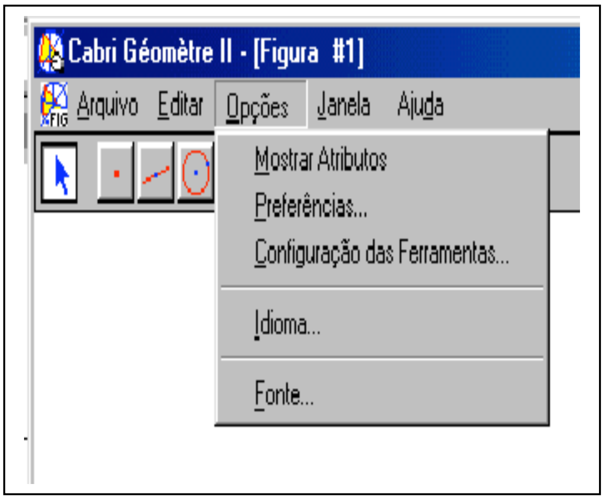


Fig. 5. Menu '*Opções*' do Cabri II.

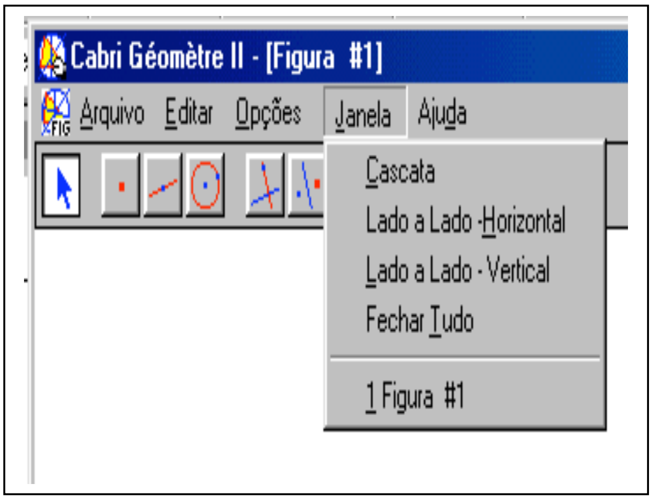


Fig. 6. Menu '*Janela*' do Cabri II.

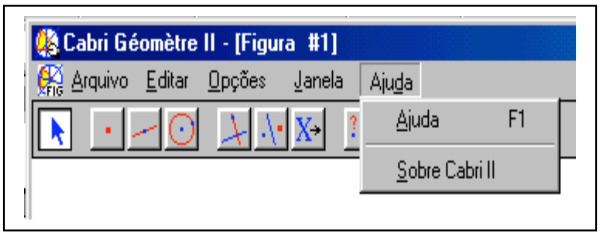


Fig. 7. Menu '*Ajuda*' do Cabri II.

Para além da barra de menus, o Cabri apresenta uma barra onde se encontram onze caixas de ferramentas (ícones), que se ilustra na figura 8, através das quais se realizam as construções geométricas.

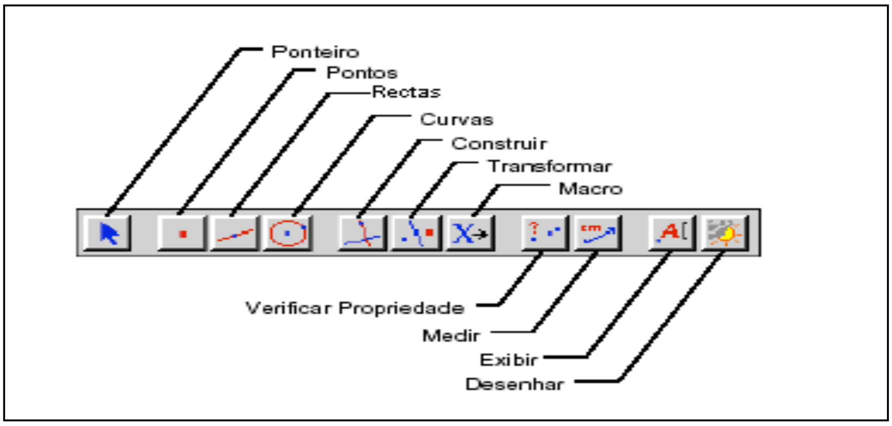


Fig. 8. Caixas de ferramentas do Cabri II.

Para aceder a cada caixa de ferramentas é necessário pressionar e manter premido o botão do rato sobre o ícone a utilizar. Cada ícone da barra de ferramentas é constituído por um conjunto de comandos que permite construir os objectos que formam a figura final. Estes comandos têm funções específicas que se ilustram e descrevem de seguida.

O primeiro ícone, '*Ponteiro*', permite seleccionar, mover e manipular objectos, tornando possível, através das restantes opções, aplicar uma rotação, uma ampliação, uma redução ou uma rotação e ampliação em simultâneo, a um objecto, em torno de um ponto seleccionado ou do seu centro geométrico (figura 9).

O segundo ícone, '*Ponto*', permite a construção de pontos e, de acordo com a opção seleccionada, constrói pontos livres, sobre objectos ou na intersecção de dois objectos (figura 10).

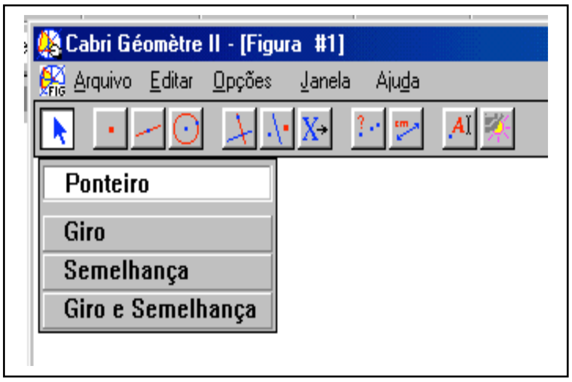


Fig. 9. '*Ponteiro*' do Cabri II.

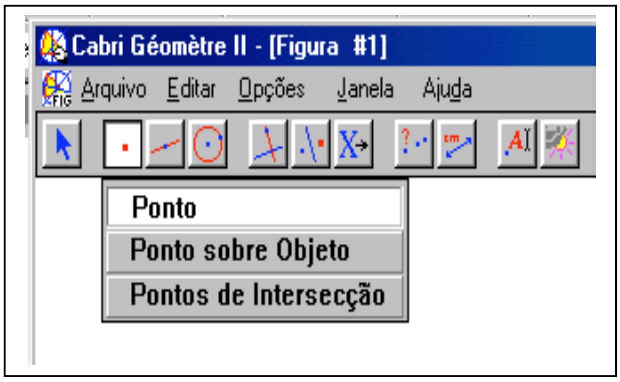


Fig. 10. '*Ponto*' do Cabri II.

O terceiro ícone, '*Rectas*', possibilita a construção de objectos rectilíneos que, dependendo da opção, podem ser rectas, segmentos de recta, semi-rectas e vectores, bem como triângulos, polígonos e polígonos regulares (figura 11).

Já o quarto ícone, '*Curvas*', permite construir circunferências, arcos ou cónicas (figura 12).

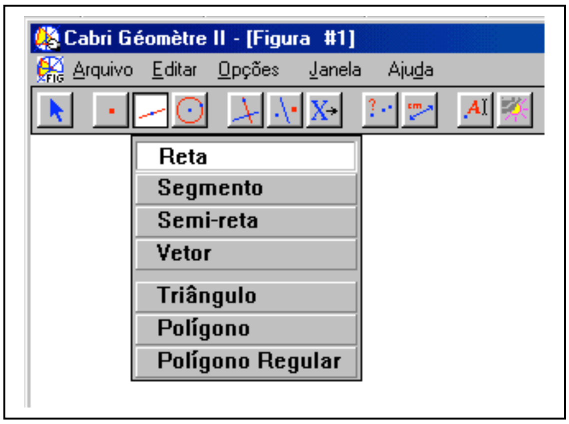


Fig. 11. '*Rectas*' do Cabri II.

Fig. 12. '*Curvas*' do Cabri II.

O quinto ícone, '*Construir*', possibilita a realização de construções da geometria Euclidiana, através da criação de rectas perpendiculares ou paralelas, da construção do ponto médio, da mediatriz, da bissectriz, da soma de vectores e de lugares geométricos, permitindo ainda realizar funções de compasso e de transferência de medidas (figura 13).

O sexto ícone, '*Transformar*', assenta na elaboração de transformações geométricas, como simetria axial e central, translação, rotação, homotetia e inversão (figura 14).

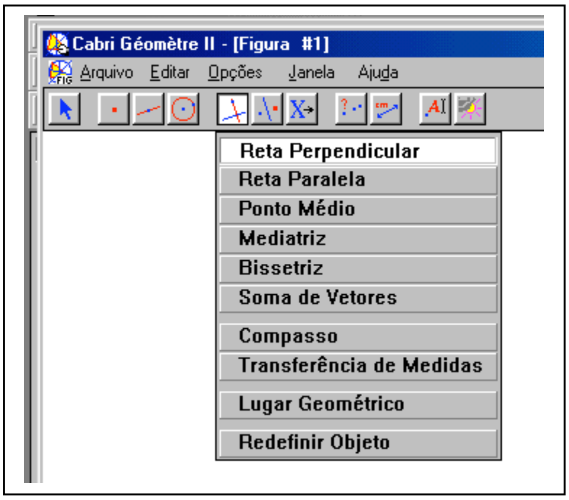


Fig. 13. '*Construir*' do Cabri II.

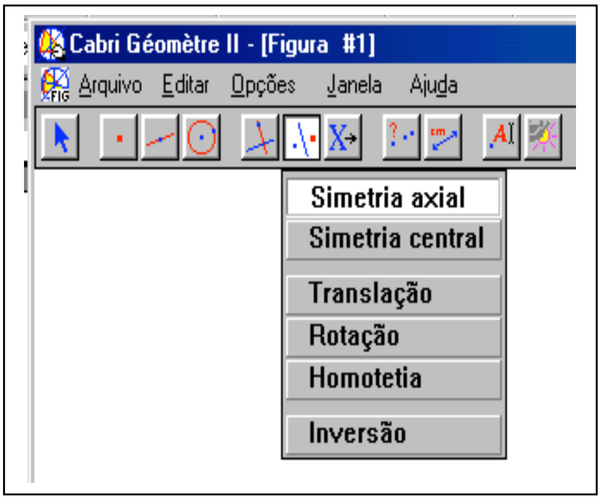


Fig. 14. '*Transformar*' do Cabri II.

O sétimo ícone, '*Macros*', permite construir e adicionar novas macros às já existentes. Através deste comando, o utilizador pode incorporar as suas construções no menu, junto das pré-definidas, tendo, para tal, de determinar os objectos iniciais e os objectos finais em que assenta a construção, criando uma macro, que poderá utilizar em situações futuras quando pretender construções semelhantes, evitando trabalho repetitivo (figura 15).

Relativamente ao oitavo ícone, '*Verificar propriedade*', este permite verificar um conjunto de propriedades como a colineariedade entre três pontos, o paralelismo e perpendicularidade entre rectas, a equidistância entre três pontos e a pertença de um ponto a um objecto (figura 16).

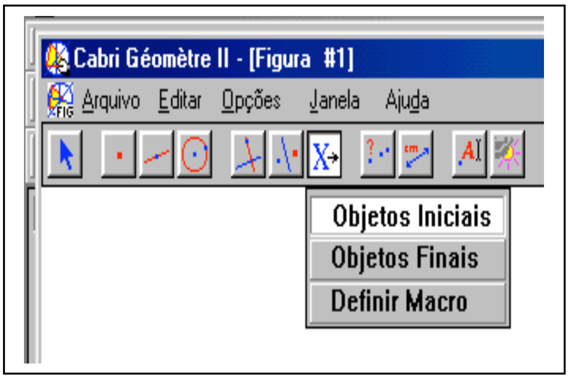


Fig. 15. '*Macros*' do Cabri II.

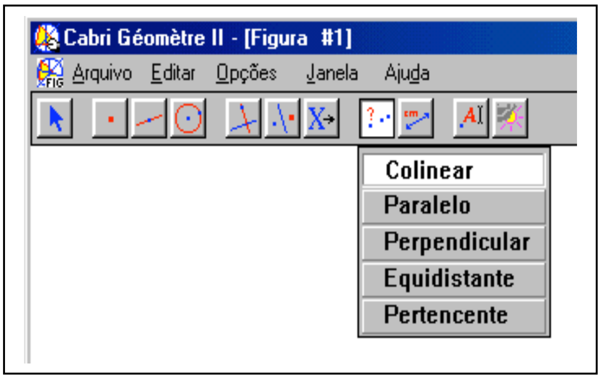


Fig. 16. '*Verificar propriedades*' do Cabri II.

O nono menu, '*Medir*', permite efectuar medidas e cálculos, mostrando a distância entre dois pontos, o comprimento de um segmento, a área de um polígono, a inclinação de rectas, segmentos, semi-rectas ou vectores, a amplitude de um ângulo, as coordenadas de um ponto, a equação de uma recta, apresentando uma calculadora e uma tabela de dados (figura 17).

O décimo menu, '*Exibir*', permite escrever rótulos ou comentários, bem como edições numéricas, colocar marcas de ângulo e fazer animações (figura 18).

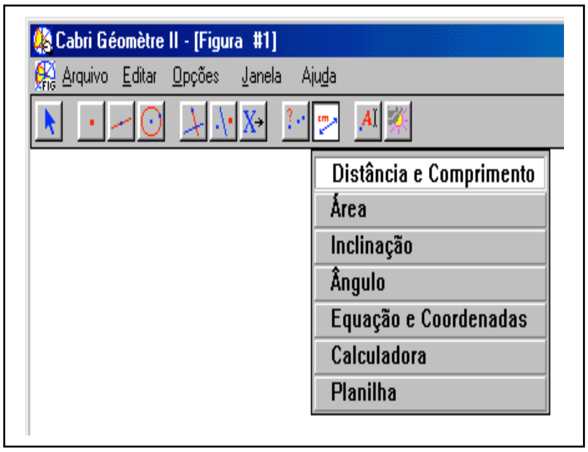


Fig. 17. '*Medir*' do Cabri II.

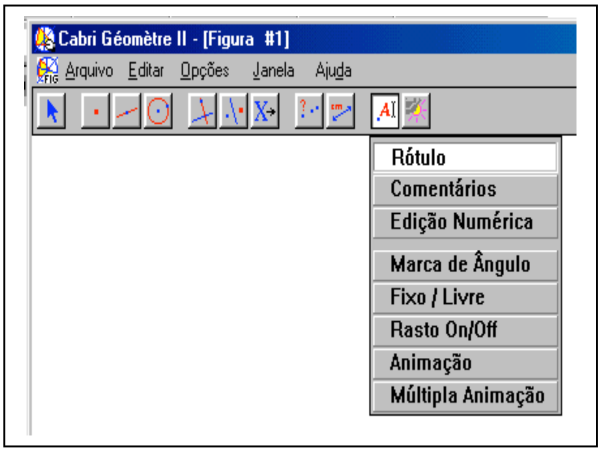


Fig. 18. '*Exibir*' do Cabri II.

O décimo primeiro menu, '*Desenhar*', possibilita a modificação da aparência dos objectos – cor, espessura e pontilhado –, permite esconder ou mostrar objectos e eixos coordenados e definir uma grade para os eixos (figura 19).

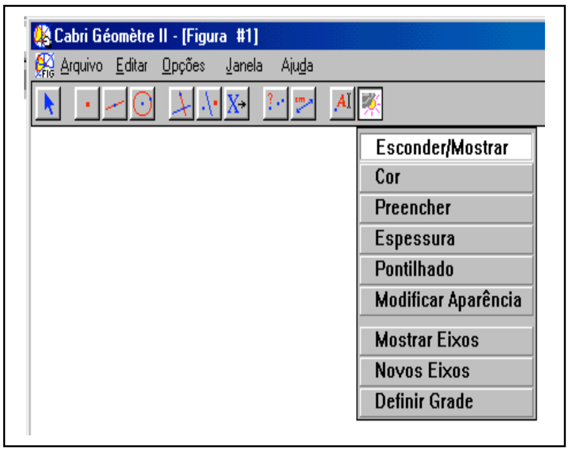


Fig. 19. '*Desenhar*' do Cabri II.

Esta versão do Cabri apresenta diversas novidades tendo-se ampliado os objectos geométricos disponíveis, acrescentando-se o vector, a semi-recta, o polígono, os polígonos regulares, o arco de circunferência e as cónicas, sendo possível aplicar transformações (simetria, rotação e translação) aos objectos geométricos. Também os objectos de medida foram acrescentados encontrando-se a distância entre dois pontos, entre um ponto e uma recta, entre um ponto e uma circunferência, o perímetro e a área de um polígono (Boieri & Ramassotto, 1997).

Sempre atentos às exigências didácticas do programa, Jean-Marie Laborde e os seus colaboradores disponibilizaram, no Cabri, uma opção que permite modificar os menus de acordo com os níveis escolares a leccionar e as necessidades apresentadas (Boieri & Dané, 2003). Também Indovina (1999) revela entusiasmo por esta particularidade do Cabri, considerando-a muito interessante do ponto de vista didáctico pelo facto de ser possível retirar alguns ícones da barra de instrumentos salientando a possível introdução de novos comandos de acordo com a maturidade dos alunos com que se trabalha. Esta possibilidade, de reduzir os menus e os adaptar às situações de aprendizagens que se pretendem realizar e ao perfil dos alunos que o vão utilizar é deveras fascinante e de enorme utilidade.

Para além de permitir construções, a partir de objectos e ferramentas incorporadas ou da criação de novos, desde que respeitem as relações necessárias, o Cabri II apresenta, ainda, a grande vantagem de as poder guardar como macros (Ponte e Canavarro, 1997).

Através do sub-menu *História*, o utilizador pode rever a construção pela ordem em que os objectos foram seleccionados, apresentando os que foram escondidos, que aparecem a tracejado, mas nunca os que foram eliminados ou os deslocamentos efectuados sobre a construção e seus objectos. Esta primitiva permite ao utilizador reflectir e explicitar os processos utilizados desenvolvendo pensamentos e raciocínios (Junqueira, 1995a).

Beltrametti, Esquivel & Ferrari (2003) partilham da mesma opinião ao referirem que o Cabri II é um software que permite diagnosticar as capacidades iniciais, planificar uma aprendizagem passo a passo, avaliar os progressos e tomar decisões que orientem o ensino de muitos temas geométricos contribuindo, para tal, o sub-menu *Histórico*, que possibilita a visualização das acções realizadas pelos alunos, na fase da construção geométrica, estimulando a análise e desenvolvimento dos processos mentais, que se realizam pela seguinte ordem:

Construir -> Explorar -> Modelizar -> Conjecturar -> Definir -> Argumentar -> Demonstrar

O Cabri convida, deste modo, o aluno a trabalhar activamente e de forma interactiva, desenhando e modificando as construções geométricas que realiza, ampliando o campo de possibilidades, permitindo elaborar construções impossíveis de concretizar com papel e lápis ou pelos meios tradicionais (Indovina, 1999).

A interacção proporcionada por este software é uma potencialidade valiosa, permitindo ao utilizador um contacto muito directo, quase físico com as construções que elabora, desenvolvendo-se raciocínio de elevado nível, quebrando-se abstracções que se instalam quando se realizam tarefas recorrendo ao cálculo e às fórmulas (Boieri, 2004).

Segundo C. Laborde (em Boieri, 2004) qualquer professor que leccione observa os problemas que se colocam no ensino e na aprendizagem da geometria, verificando que os alunos não sabem como proceder perante um problema geométrico. O Cabri veio inverter esta situação permitindo ao aluno explorar uma construção, estabelecendo possíveis conjecturas e através da testagem chegar há solução correcta.

Ao formular uma conjectura o aluno pode verificá-la para todos os casos que imaginar, utilizando os comandos do Cabri II que permitem averiguar a existência de propriedades, tentando realizar uma prova geométrica clássica. As principais propriedades disponíveis nos menus para verificação são: o alinhamento de três pontos (colineariedade); perpendicularidade e paralelismo entre duas direcções, rectas, segmentos de recta, vectores, lados de polígonos; equidistância entre pontos e pertença de um ponto a um objecto.

O Cabri II apresenta também a possibilidade de medir comprimentos, marcar ângulos e determinar as suas amplitudes, permitindo esconder objectos que foram apenas auxiliares de uma construção, que ficam invisíveis e podem ser exibidos em qualquer momento. É ainda possível alterar o aspecto de uma construção, modificando cores e traçados.

Um outro menu bastante interessante é o das transformações, sendo possível aplicar a qualquer objecto uma simetria (axial ou central), uma translação, uma rotação, uma homotetia ou uma inversão.

Assim, e para além de permitir explorar a geometria euclidiana, o Cabri II dispõe de recursos para o estudo da geometria analítica, possibilitando a utilização de um eixo de coordenadas, onde é possível marcar pontos e rectas acedendo às respectivas coordenadas e equações.

O Cabri II apresenta uma calculadora com funções idênticas a uma calculadora científica não programável, que permite efectuar cálculos necessários, sem se ser obrigado a recorrer a outros recursos extra programa.

Uma nova faceta deste software, e que torna o estudo ainda mais dinâmico, é a possibilidade de animar objectos ou construções de forma automática.

Todos os trabalhos realizados no Cabri II podem ser guardados como ficheiros, aos quais se pode aceder em qualquer momento e proceder a reformulações.

Por todas as suas características e potencialidades, o Cabri II é considerado um software que pode tornar as aulas de Matemática, principalmente o ensino e aprendizagem da geometria, mais vivas, dinâmicas e motivadoras, proporcionando aprendizagens significativas, promovendo o desenvolvimento do raciocínio, estimulando a imaginação e a criatividade, contribuindo para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas e relacionamento dos conteúdos com situações do quotidiano e com outras áreas disciplinares.

Ao aluno, pode proporcionar uma aprendizagem autónoma, responsável e independente, a partir de tarefas desafiantes e motivadoras, que lhe permitem um maior controlo sobre as suas acções e lhe facilita a comunicação com o professor e a interacção na sala de aula.

O Cabri II possibilita, ainda, a construção mais eficaz de conceitos geométricos, uma vez que permite ao aluno visualizar aspectos essenciais da matéria abordada, manipular directamente os objectos geométricos pesquisando propriedades e relações, elaborar conjecturas e respectiva testagem.

2. Análise e avaliação de software educativo

Os computadores, como ferramentas de trabalho, têm integrado, cada vez mais, o processo de ensino e de aprendizagem nos mais diversificados níveis da educação, facilitando o desenvolvimento cognitivo dos alunos e permitindo a realização de um trabalho que respeita os diferentes ritmos de aprendizagem dos alunos e os erros por estes cometidos como uma etapa normal do desenvolvimento. O computador pode assumir "várias finalidades, tais como: fonte de informação; auxílio no processo de construção de conhecimento; um meio para desenvolver autonomia pelo uso de softwares que possibilitem pensar, reflectir e criar soluções" (Gladcheff, Zuffi e Silva, 2001, p. 1).

Na sociedade actual, os produtos de software assumem uma importância fulcral no desenvolvimento de actividades escolares (Gladcheff, Silva e Maldonado, 1999), o que originou um aumento na quantidade de software educativo disponível para comercialização (Lima e Cordenonzi, s/d). No entanto, a variedade e qualidade do software disponibilizado no mercado apresentam duas vertentes opostas: por um lado encontram-se softwares que reproduzem 'livros didácticos de baixa qualidade', por outro 'verdadeiros laboratórios virtuais' (id).

De acordo com Squires & McDougall (1994, 2001), apesar do aumento de software, em quantidade – 10000 produtos de informática educativa, em 1988, nos Estados Unidos (OTA in Squires e McDougall, 1994, 2001) a qualidade destes produtos é muito variável, apresentando-se com graves defeitos a diversos níveis. Os melhor elaborados apresentam preços elevadíssimos.

Segundo Cabrita e Silva (2004),

> "a inevitabilidade da utilização de software em contexto educativo e a facilidade da sua produção fazem com que proliferem no mercado documentos, especificamente concebidos com fins educativos ou que os professores transferem para esse contexto, que apostam em aspectos técnicos e estéticos em detrimento de valências científicas e didácticas, a que o elevado poder económico das empresas produtoras, que visam essencialmente o lucro, e a homogeneidade da composição das equipas, no geral constituídas por informáticos e profissionais de design, não são alheios" (p. 1).

Squires & McDougall (1994, 2001) referem que apesar da qualidade técnica dos softwares educativos ser apreciável, a opinião geral é que, a grande maioria não explora, suficientemente, a capacidade do computador para reforçar o ensino e aprendizagem.

Templeton (id) também referia que, do ponto de vista pedagógico, muitos dos programas são irrelevantes, pondo em causa a boa prática educativa.

Ainda segundo Mateus (1999) uma vasta quantidade de software educativo existente no mercado manifesta carências pedagógicas e concepções imperfeitas no que se refere ao parâmetro da usabilidade, isto porque a grande maioria é concebida por técnicos informáticos e especialistas de conteúdos, sem a colaboração de um educador.

Anteriormente, Freitas (1997) referiu que a grande maioria do software educativo existente, que não só o nacional, revela-se de péssima qualidade pedagógica porque são fruto de instituições informáticas que, embora competentes, estão mais direccionadas para aspectos técnicos e não possuem profissionais com experiência pedagógica ou educativa, desleixando estes aspectos essenciais aquando da elaboração das aplicações. Para tal, propõe "a criação de equipas mistas, constituídas por especialistas da parte tecnológica e por especialistas do design e da instrução, que em conjunto saibam encontrar as melhores soluções para concretizar boas aprendizagens entre os alunos" (id, p.18).

Torna-se um desafio tremendo seleccionar produtos de qualidade de entre as cada vez mais abundantes opções[2].

Squires & McDougall (1994, 2001) referem que à medida que aumentam as oportunidades de encontrar e utilizar software educativo para reforçar as situações de aprendizagem, a tarefa de seleccionar os mais adequados para o contexto e fim educativo pretendido torna-se cada vez mais complicada.

Os professores deparam-se com catálogos, brochuras, anúncios que caracterizam o software como absolutamente maravilhoso. No entanto, aquando da sua utilização, a realidade é outra, os programas são fracos pedagogicamente e muitas vezes inapropriados para as crianças (Haugland & Wright, 1997).

No entanto, e por mais desgastante, frustrante e cara, uma vez que é preciso escolher os 20% de tesouros existentes no meio de um mar de opções, é urgente a selecção de produtos de qualidade para crianças (id).

---

[2] Embora a noção se revele muito ambígua, para Gomes et al, (2002), "a qualidade de um software depende da possibilidade de os indivíduos construírem um vasto conjunto de situações, envolvendo um número relativamente importante de invariantes operacionais ou propriedades de conceitos" (p. 3).

Também segundo Atayde, Pádua e Teixeira (2002), o desenvolvimento de um software educativo é bem mais do que um resumo de conceitos e informações assentes na informática, devendo apresentar-se como um instrumento que proporciona interacção entre o aluno e o ambiente educativo informatizado, que se traduz numa mais valia no processo de ensino e de aprendizagem, desde que o software assente numa base sólida, incidindo em noções fundamentais que conduzem à exploração das potencialidades dos alunos.

Segundo Ponte (1997) apesar de ter de seleccionar entre o bom, o sofrível e o mau, o professor não deve desistir de utilizar software educativo, pois estes constituem uma mais valia à aprendizagem. No entanto não deve descurar que, por detrás dos fascinantes efeitos técnicos que uma aplicação possa apresentar, luzes, músicas, tons e cores escondem-se, por vezes, pobres ideias e conteúdos. A maioria dos programas educativos existentes no mercado enfatizam o entretenimento, de que é exemplo o feedback em forma de animações, descuidando o valor educacional, que é o mais importante para a aprendizagem.

Assim, o professor tem de se capacitar que não pode escolher software meramente pelo aspecto visual (Roblyer, Edwards & Havriluk, 1997).

Além dos parâmetros de qualidade técnica, como a funcionalidade, a usabilidade, a eficiência, entre outros, há, então, que destacar as características educativas, tanto ao nível científico como pedagógico, cognitivo e, mesmo, lúdico que conduza a um processo de ensino e de aprendizagem de qualidade superior (Gladcheff, Sanches e Silva, 2001).

A definição dos parâmetros de análise é essencial, não só, para o professor como, também, para o *designer*, apresentando-se como critérios orientadores da selecção e criação de software (Gomes et al, 2002).

Também Squires & McDougall (1994, 2001) referem a importância, desde o aparecimento da informática educativa, do estabelecimento de critérios práticos que ajudem os professores na árdua tarefa de "avaliação" de software educativo.

Este é um tema controverso, pois quando analisada a literatura relativa à "avaliação" de software depara-se com inúmeros instrumentos que englobam um elevado número de critérios altamente discutíveis (Valente, Vieira e Campos, em Gomes et al, 2002).

2.1. Fragilidades de instrumentos existentes

Actualmente, o software educativo, ou com utilizações educativas[3], existente no mercado atinge proporções elevadas e qualidades didácticas muito discutíveis dificultando

[3] Sob a designação de "software educativo" vão-se incluir, no âmbito deste documento nestas duas variantes.

a sua selecção e utilização, prática, hoje em dia, de necessidade inquestionável, por parte dos professores.

> "Tal situação e, no sentido de apoiar os professores na árdua tarefa de eleição de software a usar em ambiente de formação, tem impulsionado a criação de inúmeros instrumentos (alguns deles propostos pelas próprias empresas produtoras de software), habitualmente na forma de listas de verificação ou de grelhas, ditos de 'avaliação'" (Cabrita e Silva, 2004, p. 1).

Squires & McDougall (1994, 2001) referem que estas listas[4] são utilizadas, de modo generalizado, por diversos países, na selecção de software, revelando-se muito difícil a criação e aplicação de outro método sistemático com a mesma função.

Por outras palavras, a impressão, aparente, de que as listas de controlo de software representam, na actualidade, um instrumento eficaz e apreciado deve-se, quase na totalidade, à falta de alternativas que orientem o processo de selecção de software. Também não se podem descurar algumas das vantagens que apresentam – são económicas e fáceis de organizar (Lima e Cordenonzi, s/d). No entanto, denunciam a existência de inúmeras listas de critérios criadas para a valorização dos programas elaborados pelos próprios tanto ao nível individual, como de escola, como de instituição, sendo alguns exemplos as dos seguintes autores: MicroSIFT (1982), Krause (1984), Burt (1985), Preece & Jones (1985), Templeton (1985), Blease (1986), EDUCOM (1989), NCTM (1992), entre outras (Squires & McDougall, 1994, 2001).

Muitas destas listas apresentam um elevado número de critérios relacionados com as características do computador para que os programas funcionem; qualidade da documentação e dos materiais de apoio; área temática e conteúdos do programa; facilidade e fiabilidade de uso; gráficos e som, organizados de forma diversa de acordo com os objectivos ponderados, país de origem das listas e preferências dos seus autores (id).

---

[4] Lima e Cordenonzi (s/d) definem 'checklist' como "um instrumento normalmente preparado em formulário para levantamento das informações desejadas que poderá ser, distribuído para posteriormente ser recolhido e tabulado" (p. 13), a sua elaboração deve ser atenciosa e cuidada e a sua construção requer uma observação crítica relativamente à percepção de significados e à reflexão deliberada, exteriorizada com base na análise, comparação, diferenciação, síntese e julgamento.

Também Gomes et al (2002), referem que os softwares educativos são, tradicionalmente, analisados segundo grelhas provenientes da área da engenharia de software, assentes em parâmetros gerais respeitantes à qualidade da interface, à coerência de apresentação dos conceitos e aos aspectos ergonómicos do software.

Muitas delas apresentam questões difíceis, ou mesmo, impossíveis de responder (Oliver, 2000) porque não são ajustadas a todo o tipo de software existente.

Também Tergan (in Oliver, 2000) pôs o valor das 'checklists' em causa ao referir:

- falta de consistência (conexão dos aspectos avaliados entre os 'reviewers' é, usualmente, baixa);
- preocupações de validade (os critérios são baseados, exclusivamente, no consenso dos produtores);
- preferências por determinados temas (a importância dada aos temas de um certo grupo, por exemplo, *designers*, pode estar realçado perante outro, por exemplo, alunos);
- agregação de resultados (o peso das categorias das questões é, frequentemente, descurado no sistema de resultados);
- negligência de diferenças individuais e de conteúdos;
- escassez de critérios adaptados (as categorias desenvolvidas para um contexto podem não ser relevantes para outro).

Squires & McDougall (1994, 2001) enfatizam as limitações das listas de controlo de software, essencialmente ao nível educativo – igual ponderação dos critérios propostos; não prevêem diferentes estratégias pedagógicas; não distinguem diferentes conjuntos de critérios para áreas disciplinares distintas; predominam aspectos técnicos devido à dificuldade de criar parâmetros de valor educativo.

Também segundo Gomes et al (2002), parâmetros essenciais entre as características da interface e a aprendizagem ficam ocultos por alguns dos critérios, presentes nos instrumentos, principalmente, os que estão ligados à forma de apresentação dos conteúdos, levando a uma avaliação incompleta, o que torna necessário a adopção de critérios particulares que considerem as especificidades do software em causa.

Marshall & Somekh vão mais longe ao referirem que muitos modelos tradicionais de avaliação são básicos e inadequados chegando a ser confusos e enganadores, apresentando lacunas ao nível da captação da riqueza dos problemas associados à introdução, integração e institucionalização das tecnologias da informação na educação (McDougall & Squires, 1997).

No entanto, segundo Squires & McDougall (1994, 2001) o acréscimo de parâmetros às listas de controlo pode melhorá-las, mas não soluciona o problema fundamental, pois estas não se adequam à selecção de software, podem, sim, ser úteis à avaliação formativa do mesmo.

Esta é uma das principais fragilidades dos instrumentos existentes – não distingue o processo de selecção ou análise, do processo de avaliação propriamente dito.

Sistematizando os documentos habitualmente usados para "avaliação" de software educativo, geralmente, só são adaptados ao software existente na altura, tendo, portanto, que sofrer alterações para se ajustarem a novos tipos que vão aparecendo. Além disso, e à semelhança do que acontece com o próprio software, assentam, no geral, em parâmetros técnicos e estéticos; não obstante a sua extensão, não permitem evidenciar diferenças significativas entre software, nomeadamente porque propõem a atribuição do mesmo peso (quantitativo) a todos os parâmetros, independentemente dos objectivos que se perseguem e não distinguem o processo de análise do processo de avaliação, com todas as vantagens que daí advém (Cabrita e Silva, 2004).

Squires & McDougall (1994, 1998 e 2001) e McDougall & Squires (1997) apresentaram uma alternativa a tais instrumentos com vista à superação de algumas fragilidades enunciadas. Dela dar-se-á conta no ponto seguinte.

Assim, a avaliação pode-se processar em duas fases essenciais designadas de avaliação formativa e avaliação sumativa.

No respeitante à avaliação formativa é utilizada para averiguar as imperfeições do programa enquanto este está em desenvolvimento centrando-se, primeiramente, no processo. Avalia o *design* com o objectivo de ajudar a planear as actividades de aprendizagem da melhor forma possível, incluindo análises de utilizadores e 'reviews' feitas por peritos (Schleyer & Johnson, 2003).

Desenvolver um software educativo não é tarefa fácil, Lima e Cordenonzi (s/d) propõem duas fases distintas, a primeira relaciona-se com a análise do contexto em que o software será aplicado, a segunda refere-se a um processo que abrange diversas competências – técnicas, didácticas, pedagógicas, artísticas, metodológicas, entre outras. Queiroz, Gomes e Carvalho (2002) referem que no processo de concepção de software educativo, os procedimentos de design compreendem, normalmente, análises da actividade, no entanto, estas têm-se revelado insuficientes. O desejado seria uma análise do processo de aprendizagem, que envolvesse professores e alunos, explorando o software, realizando-se, assim, testes de usabilidade intermediários que ponderassem a aprendizagem de conceitos próprios facilitada pelo uso do software.

Relativamente à avaliação sumativa, é utilizada para apreciar/criticar os resultados ou o impacto do programa durante a sua implementação. Permite determinar o grau de confiança atribuído ao programa e aos critérios avaliados, possibilitando alterações futuras em aspectos educacionais, económicos ou de eficácia (Schleyer & Johnson, 2003).

Segundo Costa (1999) a avaliação de software educativo, usualmente, realizada fora da escola, deveria ser transferida para esse contexto, mais propriamente para os agentes educativos, centrando-se em objectivos, essencialmente, pedagógicos. Assim,

> "parece oportuno que a avaliação específica do software multimédia educativo contemple não apenas o produto em si mesmo, mas se estenda à análise do produto em situação real de utilização em contexto de ensino e aprendizagem e à reflexão sobre o seu contributo em termos de efectividade na aprendizagem" (id, p. 5),

como retrata a figura 20.

Costa (1999) sublinha, então, por um lado, a importância da avaliação de software educativo em verdadeiros ambientes de ensino e aprendizagem, que podem proporcionar informações essenciais para se perceber o contributo destes instrumentos para a melhoria da qualidade da aprendizagem. Por outro lado, valoriza uma avaliação assente nas características do software, que se pode revelar enriquecedora, e numa reflexão sobre as potencialidades do instrumento para exploração pedagógica, para averiguar a sua adequação ao currículo e o fomento da aprendizagem, preferencialmente, envolvendo o professor.

Fig. 20. Objectos de avaliação.

Squires, posteriormente à publicação de 1994, (in Albion, 1999) faz uma distinção entre a avaliação[5] analítica ('predictive evaluation') de software conduzida por professores com vista à sua eleição e a avaliação interpretativa ('interpretive evaluation') do mesmo realizada pelos alunos em contacto com a própria ferramenta. Argumenta que as técnicas geralmente usadas para a avaliação analítica ignoram o contexto e são um desperdício de tempo.

Tais avaliações do software assentam num conjunto de heurísticas que integram parâmetros relacionados com a usabilidade e a aprendizagem. Identificaram a autenticidade cognitiva e contextual como dimensões relevantes na avaliação de software para o desenvolvimento de uma aprendizagem construtivista. Cada uma destas dimensões apresenta parâmetros chave; no caso da primeira, relacionados com a credibilidade e complexidade; no caso da segunda, relativos à colaboração e ao currículo (Squires & Preece in Albion, 1999).

2.2. A proposta de David Squires & Anne McDougall

A tentativa de desenvolvimento de listas de controlo de software úteis e eficazes tem-se revelado esforçada mas infrutífera, apresentando-se inadaptadas aos objectivos, omitindo parâmetros essenciais, valorizando aspectos técnicos em detrimento de questões fundamentais de ensino e de aprendizagem, classificando as categorias de software *ad hoc*, centrando-se as funções do software nas suas próprias características não considerando as características dos professores e dos alunos, insistindo em questões curriculares gerais prescindindo de enfoques específicos de aprendizagem, pelo que urge desenvolver um paradigma mais global para a valorização, estudo e descrição de software educativo (Squires & McDougall, 1994, 2001).

Neste contexto, surge uma proposta avançada por David Squires & Anne McDougall (1994, 2001) que, segundo os mesmos autores: distingue, nitidamente, o processo de análise (revisão e selecção) do processo de avaliação de software a explorar em contexto educativo; é resistente a qualquer tipo de software; não é datada; coloca a ênfase em aspectos educativos e permite evidenciar importantes diferenças entre software,

[5] Por uma questão de comodidade referir-nos-emos, muitas vezes, somente de 'análise'.

principalmente por sugerir uma descrição dos aspectos contemplados (Cabrita e Silva, 2004).

Importa, num primeiro momento, explicitar qual a distinção, segundo Squires & McDougall (1994, 2001), entre os processos de análise – revisão e selecção - e de avaliação, uma vez que diversos autores utilizam estes termos com o mesmo significado.

A revisão de software educativo é um processo de valoração que se realiza com o objectivo de resumir as suas características, essencialmente, para informação a terceiros que participem também na selecção de software. Pode constituir um passo para a selecção, mas tem em vista um público mais alargado e diverso.

A selecção, ou análise, do software educativo é realizada pelos professores antes de o utilizarem com grupos de alunos da turma ou com os alunos individualmente. É efectuado sem a possibilidade de observar os alunos a utilizarem os materiais mas tendo esta situação em mente.

A avaliação[6] de software educativo pode realizar-se em duas fases distintas: durante o desenvolvimento do próprio software (avaliação formativa) ou mediante a exploração da versão definitiva (avaliação sumativa), apresentando objectivos diferentes. A primeira centra-se nas possibilidades de modificação do software enquanto a segunda assenta na qualidade e variedade de experiências que podem apoiá-lo.

Segundo Reeves & Hedberg (in Albion, 1999) a avaliação adequa-se a objectivos múltiplos e a diversas fases e funções do processo de desenvolvimento de um software. Por outro lado, podem ser utilizadas diferentes metodologias nas diversas fases, que podem incluir pesquisas publicadas pelos utilizadores e produtos existentes, observação das respostas dos utilizadores e as suas interacções com o produto ou alterações fornecidas pelos resultados da implementação (Albion, 1999).

No entanto, ao nível da análise ('predictive evaluation'), e principalmente no que respeita aos aspectos didácticos, aqueles que se irão valorizar, não se poderá avançar muito para além de simples suposições, expectativas, acerca do impacto do software junto do

[6] A avaliação requer um bom plano e um método formal para ter sucesso. Professores, pesquisadores, avaliadores externos e 'decisionmakers' precisam de evidências em que possam confiar, as quais têm de ser recolhidas através de rigorosas aproximações sistemáticas e científicas (Schleyer & Johnson, 2003).

público alvo. Será o processo avaliativo, interpretativo ou sumativo, que permitirá confirmar ou recusar as hipóteses avançadas.

As pessoas envolvidas na produção e utilização de software são muitas e diversas – estudantes, professores, responsáveis dos programas curriculares, assessores, artistas, gráficos, *designers*, programadores e empresas informáticas (Squires & McDougall, 1994, 2001).

No entanto, a proposta de Squires & McDougall (1994, 2001) é centrada no paradigma da interacção entre as perspectivas dos principais intervenientes na utilização de software (educativo) em contexto educativo, a saber o '*designer*', o 'professor' e o 'aluno', tal como retratado na figura 21:

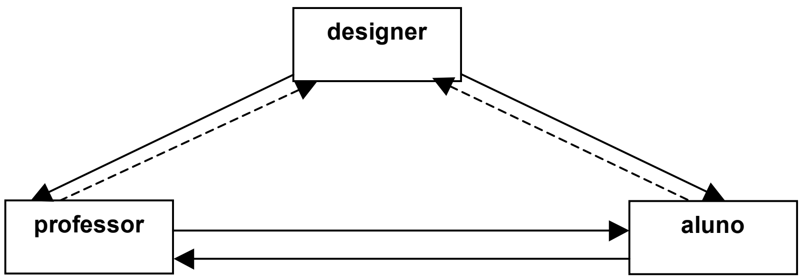


Fig. 21. Paradigma de interacção entre as perspectivas do *designer*, do professor e do aluno.

O *designer* inclui todas as funções ligadas ao design de software educativo, desde a sua criação até ao seu acabamento.

O professor é entendido em sentido lato, sendo considerado como a pessoa que guia a aprendizagem que se desenvolve num ambiente de aprendizagem computorizada/assistida.

O aluno é encarado como a pessoa a quem a aprendizagem é facilitada ou melhorada pela interacção com o ambiente no qual o software é utilizado.

A única interacção que está assinalada em sentido bidireccional contínuo é entre o professor e o(s) aluno(s), pois são os dois actores reais do processo, que se envolvem em interacções físicas e sociais e participam, juntos, em actividades de sala de aula, influenciando, mutuamente, a conduta do outro. Nas restantes interacções um dos actores é passivo (*designer*), dado que não existe interacção directa com os restantes (Squires & McDougall, 1994, 2001).

Segundo estes autores o desenvolvimento deste paradigma de interacção, envolvendo diversas perspectivas, foi o caminho encontrado para providenciar um suporte condutor da análise e avaliação de software (McDougall & Squires, 1997), permitindo relacionar o uso de software com três questões fundamentais: como se pode melhorar a aprendizagem dos estudantes utilizando software educativo; como é que este pode ser utilizado pelos professores para melhorar e ampliar o ensino e como é que interagem professores e alunos nas aulas em que se utiliza software (Squires & McDougall, 1994, 2001).

No entanto, não classifica o software em absoluto. Ao ter em conta estas questões o analisador e avaliador retêm uma visão global do produto e da sua utilização e identifica questões essenciais relativas ao contexto em que foi utilizado (id).

Relativamente à interacção '***designer*** **– professor**', o criador do programa deve ter em conta a relação do software com o currículo, assumindo-se o professor como interveniente principal no processo de desenvolvimento e de gestão curricular.

Assim, o design do software incorpora uma representação de currículo por parte do *designer* que, na sua perspectiva, corresponde à forma como o professor o interpreta e concretizará.

Ora, por motivos vários, a que a deficiente formação, essencialmente didáctica, não é alheia, os *designers* pensam modos de implementar o currículo nem sempre com a preocupação de adequação e interligação entre os seus elementos principais – o público alvo, as competências, os conteúdos, os métodos e a avaliação. Por outro lado, geralmente, tais aspectos estão, muitas vezes, ausentes ou, pelo menos, não são devidamente explicitados. Raríssimos são os softwares educativos nos quais as questões curriculares são claras evidenciando objectivos curriculares articulados de forma muito concreta. Outros apresentam questões curriculares implícitas que vão desde a nacionalidade do software a conteúdos relativos à raça, classe social e género. No entanto, a maior parte dos softwares utilizados na educação não foram concebidos para uma aplicação educativa, carecendo de objectivos curriculares explícitos (ou mesmo implícitos). Estes últimos requerem, do professor, uma identificação do centro de interesse curricular adequado e a consideração da sua utilização em aula, ponderando sobre questões bastante subtis (Squires & McDougall, 1994, 2001).

A utilização de um tal software por um professor menos atento pode não trazer benefícios acrescidos para o processo de ensino e de aprendizagem. Por outro lado, requer do professor reflexivo uma grande criatividade para equacionar formas de utilização adequadas desse software na sala de aula tornando-se altamente desafiador.

Softwares cujo currículo está implícito ou ausente requerem do professor imaginação para a preparação de tarefas inovadoras que se coadunem com o programa em questão e conduzam o aluno ao sucesso na aprendizagem (McDougall & Squires, 1997).

No caso (raro) em que o software é criado no âmbito de um projecto de desenvolvimento curricular, pode ajudar a uma comunicação efectiva entre o currículo e o professor proporcionando uma abordagem interligada de conteúdos através de processos adequados, com vista ao desenvolvimento de competências várias. Nomeadamente graças à sua natureza interactiva pode contribuir, radicalmente, para o suporte e extensão do processo educativo duma forma inovadora.

Deste modo, em relação à interacção '*designer*-professor', importa equacionar se o software reflecte, implícita ou explicitamente, o curriculum. Mais concretamente, se a perspectiva do *designer* se adequa à perspectiva do professor no que respeita:

- à filosofia e princípios;
- às competências a que os alunos deverão desenvolver;
- aos conteúdos e respectiva gestão dos mesmos;
- aos métodos/estratégias que se pretendem adoptar;
- ao tipo de avaliação que se quer praticar.

No que respeita à interacção '***designer*-aluno**' é importante que o programa permita que o utilizador se sinta familiarizado com o software, que lhe desperte a atenção, que o motive pelo simples olhar, para que seja agradável utilizá-lo como instrumento auxiliar na sua aprendizagem. O primeiro impacto do aluno com o software é essencial para a motivação e realização das tarefas propostas.

Contudo, outros aspectos há a ponderar, com bastante relevância, aquando da análise de um software. Talvez a mais importante consideração, segundo Squires & McDougall (1994), seja o modo como pode ser utilizado para tornar efectiva e significativa a aprendizagem dos alunos. Assim, um dos aspectos críticos na análise de software é a identificação da teoria de aprendizagem que o *designer*, intencional ou inconscientemente, adoptou como base para o seu desenvolvimento o que implica o conhecimento e compreensão destas teorias e como poderão contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem (McDougall & Squires, 1997).

Um software desenvolvido por um *designer* que partilhe da perspectiva "behaviorista" da aprendizagem tem um carácter muito diferente de um desenvolvido por um *designer* que se identifique com um paradigma construtivista da aprendizagem.

Schwartz & Beichner (1999) apresentam uma proposta que, embora integrando uma taxonomia de software muito redutora, relaciona o uso de algum tipo de software com a teoria de aprendizagem subjacente, que designam de filosofia de ensino (ver figura 22).

Use of Technology

Integrated learning systems   Drill Games   Simulations   Microworlds

Behaviorism   Constructivism

Teaching Philosophy

Fig. 22. Relação entre o uso de software e a teoria de aprendizagem subjacente, segundo Schwartz & Beichner.

Como já tivemos oportunidade de referir noutros momentos (Cabrita e Silva, 2004):

> "para facilitar a difícil tarefa de determinar a predominância de uma teoria em detrimento de outra, Squires & McDougall (1994, 2001) sugerem a consideração, simultânea, de heurísticas baseadas em três aspectos do design – controlo, complexidade e desafio. Assim, um nulo ou reduzido controlo do software por parte do utilizador, que assume, assim, uma posição extremamente passiva; um material muito estruturado, apresentado em formatos muito simples, passo a passo, que potenciam a possibilidade de obtenção de reforço positivo e recompensas artificiais extrínsecas para uma acção pouco ou nada desafiante, apontam uma tendência behaviorista. O oposto destas afirmações, remete para uma postura construtivista" (p. 4).

No entanto, um pacote de software educational não pode ser visto como uma entidade fixa definida pelo *designer*, mas como uma construção pessoal na mente do aluno, proporcionando experiências cognitivas ricas. Para tal consideram-se quatro aspectos: primeiro, espera-se que o discente possa ser activo, assumindo um controlo significativo sobre o software, e que seja responsável pela sua aprendizagem, com possibilidades de explorar e expressar ideias e conceitos próprios; segundo, a noção de autenticidade, que se apresenta fundamental. Os ambientes de aprendizagem autênticos são tipicamente complexos, proporcionando oportunidades ricas e diversificadas para o aluno explorar ideias de modo real e convincente; terceiro, o construtivismo é suportado por perspectivas múltiplas, isto é, permite que o aluno presencie diferentes situações de aprendizagem; quarto, a construção social do conhecimento, com realce para a aprendizagem colaborativa e a discussão, apresenta-se como uma característica relevante. A ideia da aprendizagem estar assente num contexto específico é fundamental. Numa visão mais restrita, assume a distribuição de inteligência entre todos os actores num ambiente de aprendizagem incluindo os recursos (Squires & McDougall, 1998).

Embora Squires & McDougall não explicitem as variantes que se poderão integrar no construtivismo, poderemos analisar (de acordo com o desenvolvimento num ponto anterior desta dissertação), mais especificamente, em que medida é que o software permite uma exploração condizente com um paradigma: cognitivista, defendido, nomeadamente por Piaget; construcionista, tal como explicitado por Papert; sócio-construtivista, expressão que, inevitavelmente, remete para Vigotsky ou mesmo construtivista-comunal, segundo Bryan Holmes (ver figura 23).

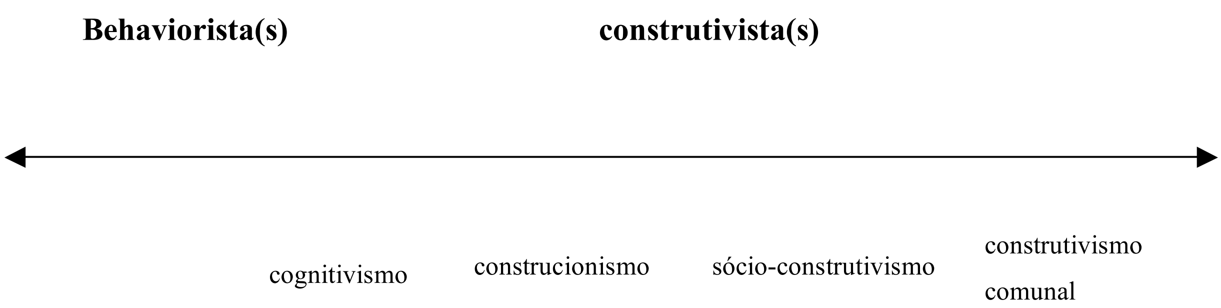


Fig. 23. Teorias e perspectivas de aprendizagem.

Assim, uma das grandes preocupações na selecção de software será a identificação da teoria de aprendizagem que lhe está subjacente e averiguar se esta será a mais apropriada para a consecução dos objectivos e tarefas educacionais que se pretendem realizar, ou se poderá ser usado noutra perspectiva.

Concluindo, a interacção '*designer*-aluno' assenta nos parâmetros relativos ao controlo, à complexidade e ao desafio do software que identificam a teoria de aprendizagem adoptada e que suscitam questões referentes ao ajuste do *design* às consequências da teoria de aprendizagem seguida (Squires & McDougall, 1994, 2001).

A interacção entre a perspectiva '**professor e alunos**' é a que interessará mais imediatamente aos professores pois depende destes dois actores que são reais, que interagem em termos directos e sociais participando, em simultâneo, nas actividades da sala de aula. Nesta perspectiva o software educativo pode ser visto como uma inovação, potencializadora de interacção na sala de aula que está na base de experiências de aprendizagem valiosas e permite criar, no aluno, estímulos à realização das tarefas propostas:

> "grande parte da aprendizagem resulta de actividades envolvendo interacções sociais. No que respeita à relação 'professor-estudante' o foco da análise serão as interacções que o software pode suscitar, quer aquando da sua exploração ou a propósito dela, entre o professor e o(s) alunos(s) e entre estes. Tais interacções remetem para a problematização de novos papéis quer para o professor quer para o aluno. Relativamente ao primeiro, poder-se-ão distinguir, nomeadamente, o de 'gestor' – das actividades, dos espaços, dos grupos, do tempo, …; o de 'coach' – apoio, mais personalizado, a determinado grupo, enquanto os outros alunos vão realizando as suas tarefas; o de 'investigador' – que permite estar atento a uma série de vantagens e constrangimentos causados pela exploração do software, que poderá ser uma ajuda para o próprio professor ou para outros com quem se partilhe a experiência e o de 'facilitador' – muitas vezes ajudando a distinguir o essencial do acessório, interrogando, dando pistas, dando sugestões, ..." (Cabrita e Silva, 2004, p. 5).

Segundo Bishop (in Squires & McDougall, 1994, 2001) o uso de software educativo pode ter implicações significantes nas práticas dos professores. Uma mudança que se verifica necessária é no modo de ensino – o professor deixa o método tradicional, assente, essencialmente, no débito de matéria e transforma-se num facilitador da aprendizagem, preparando os alunos adequadamente, dando, quando necessário, algumas instruções e sugestões, para tirar o máximo partido do software que está a ser utilizado. O professor deve preocupar-se em captar a atenção do aluno para as questões principais, não permitindo que se prenda demasiado a pormenores. Chatterton (in Squires & McDougall, 1994, 2001) acrescenta que o computador alivia o professor de algumas tarefas, permitindo que se movimente pela turma prestando auxílio, dando conselhos, incitando novas ideias e testando a compreensão de conceitos abordados.

Os professores que optem pela utilização de software educativo nas suas aulas devem ter presente que é importante incutir no aluno a responsabilidade pelas suas actividades e pela sua aprendizagem. Assim, o professor tem um papel de facilitador, incentivando os alunos a decidirem por eles próprios podendo alertá-los, quando necessário, para algum factor relevante que esteja a passar despercebido.

A realização de tarefas com software educativo pode proporcionar aos alunos maior responsabilidade pela sua aprendizagem e, dependendo do papel assumido pelo professor, mais motivação na sua concretização. Segundo OTA (in Squires & McDougall, 1994, 2001) os professores que utilizam software educativo como instrumento de manipulação, individual ou em pequeno grupo, pelos alunos, descobrem que estes participam de forma mais activa na aprendizagem, desenvolvem mais o raciocínio e expressam-se melhor que nas aulas tradicionais, podendo trabalhar ao seu próprio ritmo.

O desenvolvimento da autonomia dos alunos na aprendizagem não acontece necessariamente pelo uso de software, mas também pela postura adoptada pelo professor – "uma boa utilização de um determinado software não depende apenas da sua qualidade, mas também de um conjunto de factores diversificados, em que se destacam uma formação adequada dos professores" (Conselho Nacional de Educação, 1998, p. 116). Este deve intervir nas interacção dos alunos, ajudá-los a alcançar o sucesso e protegê-los de possíveis frustrações e erros.

No entanto, há que ter consciência que as interacções estabelecidas nos grupos de trabalho não são sempre iguais, podendo resultar melhor para uns alunos do que para outros (Squires & McDougall, 1994, 2001).

De acordo com Watson et al (in Squires & McDougall, 1994, 2001) um dos objectivos da utilização de software por parte dos professores é levar o aluno, se aquele o permitir, a tomar decisões e a dar respostas. Neste tipo de ensino pretende-se que os alunos se tornem activos e responsáveis na sua aprendizagem, respeitando, o professor, o ritmo do aluno e levando a que este se aperceba das suas dificuldades e as supere.

A utilização de software educativo implica, assim, uma transferência de responsabilidade do professor para o aluno, conduzindo a uma mudança de papéis em que o professor pondera intervenções adequadas e o aluno trabalha de forma autónoma, promovendo, deste modo, o potencial da aprendizagem (Squires & McDougall, 1994, 2001).

McDougall & Squires (1997), referem que esta interacção entre as perspectivas professor-aluno está directamente relacionada com a situação de aprendizagem, exigindo uma mudança na distribuição da responsabilidade, do ensino para a aprendizagem, ou seja, do professor para o aluno. Neste contexto, o professor é visto como um gestor e um suporte das actividades do aluno. Quando utilizadas as Tecnologias, a colaboração em pares e, particularmente, em pequenos grupos torna-se mais rica (Hoyles et al in McDougall & Squires, 1997), especialmente, quando proporcionam discussão entre os pares (Chatterton in McDougall & Squires, 1997).

Segundo Chatterton (in Squires & McDougall, 1994, 2001) verifica-se, assim, uma mudança qualitativa na discussão dos alunos, quando utilizado, adequadamente, software na sala de aula. Foca ainda uma diferença no diálogo dos alunos que passam a ser capazes de questionar as razões que estão por trás dos factos.

Outra das preocupações a ter em conta é a gestão do tempo para que se tornem possíveis as diversas interacções que envolvem professor-aluno e aluno-aluno, de que é exemplo a discussão na aula sobre as actividades desenvolvidas com vista à conceptualização dos temas.

Podemos, então concluir, que o professor tem uma importância fundamental orientando o aluno na sua aprendizagem, mas dando-lhe total liberdade de escolha do caminho a seguir.

No entanto, o professor deve ter sempre presente que a aprendizagem pode não depender única e exclusivamente do computador e do software escolhido, por isso, deve seleccionar e preparar um conjunto de materiais de apoio tendo em conta as competências que se pretende que os alunos desenvolvam. Se o professor não tiver o cuidado de planear a aula, a actividade pode não se concretizar, até porque as possibilidades de exploração de um software são, normalmente, múltiplas.

Segundo a OECD (in Squires & McDougall, 1994, 2001) a importância não estará só no software, mas no modo como o professor o utiliza e tira partido dele – "o professor deverá ser capaz de planear actividades de aprendizagem envolvendo o computador e de responder às potencialidades dos novos desenvolvimentos tecnológicos com mudanças adequadas no currículo e nas metodologias de ensino" (Conselho Nacional de Educação, 1998, p. 116).

A existência de bom ou mau software, em si, é discutível. Uns são usados de forma efectiva e outros de forma inapropriada. Também Watson et al. (in Squires & McDougall, 1994, 2001) corroboram esta ideia expressando que bom software pode ser aplicado inapropriadamente e mau software pode atingir mérito em mãos habilidosas. Assim, o mérito de um software está dependente do modo como é utilizado e da aproximação aos alunos e professores.

Preece & Jones (in Squires & McDougall, 1994, 2001) acrescentam que um programa que aparentemente se mostre tecnicamente simples ou desmotivador, quando utilizado numa situação particular, pode tornar-se parte activa e significante no desenvolvimento da aprendizagem na sala de aula.

O modo como um software é usado é mais importante que ele próprio, nenhum software educativo é bom só pelas suas características, o seu sucesso é baseado nos objectivos pedagógicos que se pretende atingir, nas estratégias que o professor pretende adoptar e nas actividades que desenvolve para o aluno realizar (Gomes et al, 2002).

Relacionado com a perspectiva de interacção professor-aluno, Squires & McDougall (1994, 2001) deixam algumas sugestões, nas quais o professor deverá ponderar quando examina e selecciona um software, nomeadamente:

- interacções que se pretende fomentar na sala de aula;
- nível de responsabilidade que se pretende que o aluno imprima às suas actividades e aprendizagem.

Concluindo, a utilização de software obriga o professor a pensar na diversidade de interacções que se tornam possíveis na aula, permitindo aprendizagens mais responsáveis e autónomas. Nesta perspectiva as questões que se colocam para a selecção de software apresentam-se bem mais complexas que as das listas de controlo referidas anteriormente (Squires & McDougall, 1994, 2001).

Segundo Squires & McDougall (1994, 2001), este paradigma de interacções entre as perspectivas '*designer*-aluno', '*designer*-professor' e 'professor-aluno(s)' possibilita uma visão mais generalizada da selecção de software do que as listas de controlo (checklists), uma vez que prescindem de aspectos técnicos excessivos e enfatizam os aspectos relacionados com o ensino e a aprendizagem em aula, evitando as classificações básicas de 'bom' ou 'mau' software. Estes autores referem também que este paradigma se mostra resistente aos avanços do tempo, não passando de moda com os sofisticados incrementos do *design* e da utilização de software educativo.

Assim, a capacidade deste paradigma para enfrentar os desenvolvimentos futuros é um dos seus principais pontos fortes. Não incidindo num conjunto de questões específicas, apresenta-se como um mecanismo para gerar problemas e questões peculiares de cada contexto, quando e como seja necessário, assentando em funcionalidades pedagógicas (Squires & McDougall, 1994, 2001).

Estes autores alertam que em contexto de avaliação, interpretativa ou sumativa, a diferença principal reside na valorização de funções e interacções em aula baseada, agora, em observações de prática concreta e não nas previsões avançadas na etapa anterior de análise ou avaliação analítica.

Sendo, a Matemática, uma disciplina tão problemática e com tão maus resultados e tendo em conta que um dos temas mais importantes mas menos valorizado e menos bem abordado é a Geometria, importa analisar e avaliar, profundamente, um software educativo, o Cabri-Géomètre, e verificar o seu contributo para a superação de dificuldades nesta área, através da visualização e manipulação dos objectos geométricos na realização de tarefas.

Este A(D)GD permite a elaboração de várias construções geométricas (segmentos, círculos, medianas, altitudes, paralelas, perpendiculares, bissectrizes,...) que podem ser aplicadas a diversas figuras geométricas analisando um conjunto de parâmetros, tais como, comprimentos, perímetros, áreas, ângulos, distâncias, entre outros. Tirando medidas e fazendo construções os alunos estão aptos a formular conjecturas geométricas várias, controlando a sua aprendizagem e decidindo as suas próprias formas de investigação.

Assim, o Cabri-Géomètre é um programa que, provavelmente, motivará os alunos, proporcionando-lhes autonomia na resolução das suas tarefas e permitindo-lhes adquirir conceitos geométricos, bem como descobrir relações e propriedades matemáticas, através da manipulação directa do software. Além disso poderá fomentar interacções várias entre alunos e entre aluno(s)-professor. Estas interacções são essenciais para que a aprendizagem aconteça de modo eficaz e como complemento à aula tradicional, normalmente mais teórica e com poucas oportunidades de visualização prática do que está a ser explicado.

Assim, na disciplina de matemática o Cabri-Géomètre poderá ser o complemento ideal à aprendizagem dos conteúdos da área da Geometria como um software atractivo, de simples manipulação e de grande eficácia na construção e aquisição de conceitos geométricos.

Este é o tema que nos propomos investigar - verificar se a análise inicial do software, no que respeita a determinada Unidade Didáctica a abordar com uma turma específica de alunos de 9º ano de escolaridade, é ou não corroborada na prática, com esses alunos, averiguando os seus contributos na aprendizagem da Geometria.

CAPÍTULO III – METODOLOGIA

A importância que, hoje em dia, se reconhece à geometria, patente, nomeadamente, nos inúmeros estudos sobre tal temática e na sua integração no currículo da escolaridade básica, obriga a que se tente, por todos os meios, ultrapassar todos os problemas denunciados pelos mais diversos autores inerentes quer ao processo de ensino quer ao processo de aprendizagem. Aliando esta situação à inquestionável necessidade de integração das TIC na Escola têm surgido inúmeros softwares que se apresentam como hipotéticas soluções para alguns dos constrangimentos existentes.

No entanto, tal software, no geral, por mais robusto que seja a nível técnico e estético revela-se frágil a nível científico e/ou didáctico. Neste contexto, um grupo constituído por matemáticos, informáticos e educadores matemáticos criaram um Ambiente (Dinâmico) de Geometria Dinâmica – Cabri-Géomètre – que, pelos estudos já desenvolvidos, parece promissor.

No entanto, é urgente desenvolver-se investigação mais sistemática e envolvendo alunos do 9º ano de escolaridade (nível que tem sido muito descurado), principalmente orientada por um paradigma de análise e avaliação que, entre outras características, admite como enfoque aspectos educativos que giram em torno da interacção das perspectivas do *designer*, do professor e do(s) aluno(s).

Nesta perspectiva, desenvolveu-se uma investigação que persegue como principal finalidade analisar e avaliar em que medida e em que condições a exploração do Cabri-Géomètre, a nível do 9º ano de escolaridade:

- permite uma abordagem efectiva e inovadora de tópicos de Geometria;
- se inscreve numa perspectiva construtivista da aprendizagem pautada por elevados níveis de desafio, controlo e complexidade;
- fomenta interacções efectivas entre professor e alunos.

Paralelamente, pretende-se inferir da resistência da proposta de Squires & McDougall à versão do Cabri-Géomètre II que se usou.

1. Opções metodológicas

Para tentar dar resposta às questões de investigação subjacentes foi delineado um método de trabalho e escolhidas algumas técnicas de investigação:

> "a investigação social (...) é aperfeiçoada e, portanto, susceptível de interpretações ou conclusões credíveis, quando sustentada por um método de trabalho – seleccionado, e (re)inventado, em função dos objectivos da investigação (não se trata, pois, de arquitectar um somatório de técnicas, mas de conceber os traços fundamentais de um percurso de trabalho global, sustentado por referentes teóricos, em que as técnicas têm lugar)" (Pardal e Correia, 1995, p. 7).

Atendendo aos objectivos que se perseguiam, ao facto da investigadora ter sido a própria professora e, principalmente atendendo a algumas alterações que se foram introduzindo à planificação realizada, o estudo inscreveu-se num paradigma de estudo de caso, com fortes ligações à investigação-acção.

Segundo Merriam (in Bogdan & Biklen, 1994) "o estudo de caso consiste na observação detalhada de um contexto, ou indivíduo, de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento específico" (p. 89).

De Bruyne (in Hébert, Goyette & Boutin, 1990) explicita, relativamente ao investigador que a sua "atitude «compreensiva» pressupõe uma participação activa na vida dos sujeitos observados e uma análise em profundidade do tipo introspectivo" (p. 169), sendo ainda um paradigma que reúne informações "tão numerosas e tão pormenorizadas quanto possível com vista a abranger a totalidade da situação" (p. 170).

A investigação-acção (I-A) envolve duas actividades (investigação e acção) que, embora ligadas, são distintas e apresentam objectivos diferenciados o que dificulta a elaboração de uma definição para este termo:

> "a noção de investigação-acção ao associar duas práticas que têm lógicas diferentes, e até mesmo contraditórias, a investigação que exige uma distância em relação à realidade e um controlo rigoroso dos processos de produção de conhecimento e a acção que implica um envolvimento nas situações e uma resposta imediata aos problemas que se colocam num determinado contexto, torna-se particularmente difícil de definir" (Silva, 1996, p. 17).

Assente numa lógica de flexibilidade e mantendo-se aberta a inovações técnicas, é uma via de integração de novos contributos e de produção de saberes práticos. De facto, não se pode descurar "o seu valor formativo como o resultado do processo de olhar as práticas de ensino como forma de descoberta e de experimentação" (Sá, Martins e Veiga, 2000, p. 2). Relativamente à flexibilidade e abertura a inovações e perante a situação concreta de explorações do Cabri, a professora viu-se na necessidade de ir alterando a planificação estabelecida.

A investigadora e professora esteve presente em todo o trabalho colaborando activamente com os alunos, com o objectivo de os compreender e conhecer melhor e descobrir se a situação de aprendizagem que lhes apresentava se revelaria rica e inovadora, introduzindo as alterações necessárias para não se comprometer à abordagem dos conteúdos visados:

> "o espírito de investigação caracteriza-se pela aceitação da situação presente e pela identificação que só será conseguida com base na sensibilidade, na elaboração de perguntas, na procura de respostas, sobre o que se está a passar com as crianças a quem se ensina e procedendo às mudanças necessárias para melhorar a sua aprendizagem" (Olson, 1991, p. 13).

Quanto à recolha e tratamento dos dados, optou-se por um paradigma, essencialmente, qualitativo embora também se tenha recorrido a alguns instrumentos que se poderão inscrever mais num paradigma quantitativo numa lógica de complementaridade (Rongère em Pardal e Correia, 1995).

Também Silva (1996) partilha da mesma opinião, afirmando que estas duas metodologias podem "ser usadas complementarmente para garantirem uma maior validade dos dados" (p. 224). No entanto, considera que "as metodologias quantitativas não parecem capazes de fornecer as indicações necessárias para que outros possam utilizar os saberes práticos produzidos" (id:ib). Esta função é assegurada pela metodologia qualitativa que pretende que estes saberes, em vez de generalizáveis, sejam transferíveis, de modo que, possam constituir uma fonte para utilização noutras situações idênticas ou noutros contextos diferenciados.

É importante referir que estas duas abordagens analisam a realidade segundo perspectivas diferentes. Enquanto a abordagem qualitativa admite que a realidade é complexa e o seu conhecimento é analisado de forma flexível, estabelecendo relações entre os fenómenos, a abordagem quantitativa dá principal relevo aos factos e procedimentos quantificáveis.

Por tal facto, a investigação qualitativa teve relevância neste estudo, uma vez que, mais do que modificar uma realidade, pretendia-se, essencialmente, conhecer, tentando compreender a situação do seu interior através de uma observação participante que originou uma melhor interpretação dos factos e uma interacção mais profunda entre o investigador e os sujeitos. Esta visão adequou-se à definição que Smith elaborou de investigação qualitativa como um "processo criativo de aprender a partir de um projecto no terreno" (Silva, 1996, p. 83).

Segundo Bogdan & Biklen (1994), a investigação qualitativa apresenta várias características, não necessariamente em simultâneo, a maior parte das quais encontramos neste estudo, tais como:

- a fonte directa dos dados ser o ambiente natural. Visto que o comportamento humano é significativamente influenciado pelo contexto em que ocorre e as acções melhor compreendidas quando observadas no seu ambiente habitual de ocorrência, neste caso concreto, observaram-se os alunos em contexto de sala de aula, realizando as tarefas propostas, no Cabri-Géomètre;

- as intenções serem, essencialmente, descritivas, apresentando-se citações com base nos dados recolhidos para ilustrar e substanciar a apresentação. Nesta investigação descreveram-se, nomeadamente, as sessões experimentais, algumas respostas aos questionários inicial e final e aos testes e fichas preenchidos pelos alunos, procedendo-se a transcrições ou citações dos registos, quando se considerou útil para uma análise mais profunda, concreta e rica das observações;

- o interesse incidir mais no processo do que simplesmente nos resultados ou produtos. Deu-se atenção a todo o desenrolar das sessões, às estratégias usadas na resolução do teste, bem como às suas opiniões e mudanças verificadas, constatadas na comparação dos questionários inicial e final;

- por fim, o facto do significado ser de importância vital e tentar-se avançar para possíveis interpretações do observado. No âmbito da investigação conduzida procurou-se, nomeadamente, perceber a avaliação do Cabri-Géomètre por parte dos alunos, o modo como estes viram o programa, a sua utilidade e potencialidade para a aprendizagem de conteúdos matemáticos, nomeadamente geométricos e o grau de dinamismo e motivação criado pelo software.

Os investigadores qualitativos, em educação, estão continuamente a questionar os sujeitos de investigação, com o objectivo de perceber "aquilo que eles experimentam, o modo como eles interpretam as suas experiências e o modo como eles próprios estruturam o mundo social em que vivem" (Psathas in Bogdan & Biklen, 1994, p. 51).

2. Design experimental

Com o intuito de facilitar a compreensão do desenrolar da experiência realizada, apresenta-se um esquema do 'design' experimental, retratado na figura 24.

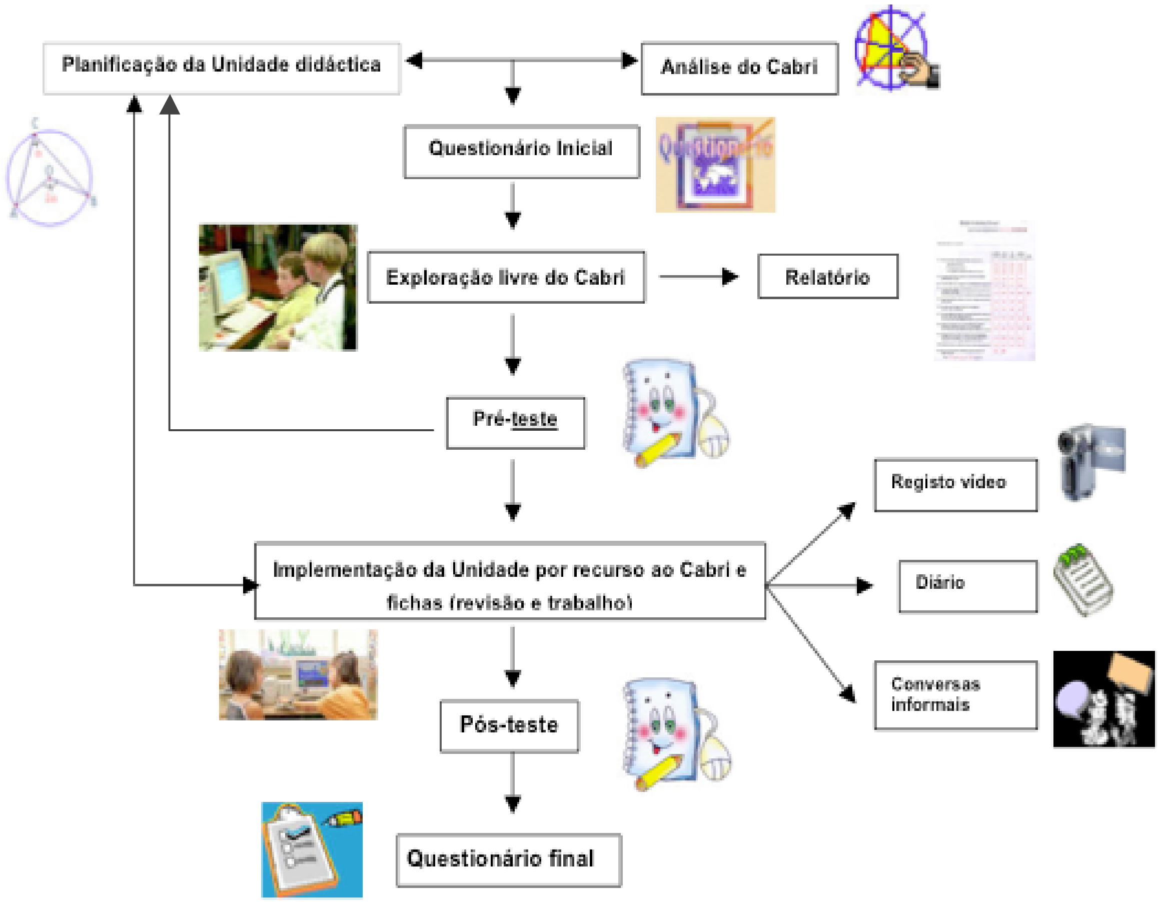


Fig. 24. 'Design' experimental.

A sua análise permite verificar a realização de 2 fases distintas. A primeira consistiu na elaboração da planificação da Unidade Didáctica – "Circunferência e polígonos: rotação" – e, dialecticamente, da análise do Cabri relativa à sua adequabilidade a tal planificação. Terminada esta etapa, e concluindo-se da suposta adequação do Cabri-Géomètre à planificação estruturada, prosseguiu-se com a parte experimental, propriamente dita, que envolveu diversos procedimentos. Iniciou-se pela aplicação do

Questionário Inicial (anexo I) aos alunos da turma pretendendo-se, principalmente, obter informação sobre os seus gostos, hábitos e algumas competências de utilização do computador, bem como a sua opinião sobre as potencialidades do computador no processo de ensino e de aprendizagem de diversas disciplinas e, especialmente, da Matemática.

Posteriormente, seguiu-se uma sessão de exploração livre do Cabri, pelos alunos, organizados em pares, com o objectivo de conhecerem as funcionalidades essenciais desta ferramenta. Nesta sessão os alunos elaboraram um relatório, que entregaram à professora, com o registo das descobertas. No final, foram entregues, a cada aluno, duas fichas de apoio (anexos II e III), nas quais se explicava resumidamente, as funções dos menus e barra de ferramentas do software para eventual consulta posterior, aquando da resolução das fichas de trabalho.

Só após contacto e conhecimento prévio do principal instrumento de trabalho é que se procedeu à aplicação, individual, do teste (anexo IV), na versão pré-teste, dividido em parte teórica e parte prática, esta última realizada com o Cabri. Esta modalidade, pré-teste, teve como principal finalidade diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos a partir dos quais se iria implementar a planificação. Secundariamente permitiu analisar a evolução sofrida relativamente ao desenvolvimento de competências.

O momento seguinte do estudo assentou na implementação da planificação (que foi sofrendo alterações ao longo da Unidade Didáctica), suportada pelo Cabri-Géomètre que foi explorado em díade, a partir de fichas de trabalho – 2 de "revisão" (anexos V e VI) abrangendo conteúdos de anos transactos e 3 fichas sobre conteúdos a leccionar no 9º ano de escolaridade (anexos VII, VIII e IX). Todas as aulas foram registadas em vídeo, recolhidos os documentos e artefactos relevantes, tomadas as notas significativas, num 'diário' e mantidas conversas informais, com os alunos, para clarificar aspectos específicos.

Por fim, foi aplicado o pós-teste (anexo IV), para comparação e análise de resultados e competências relativamente à fase inicial e o Questionário Final (anexo X) com o intuito de conhecer a opinião dos alunos sobre a forma como foi abordada a unidade didáctica, principalmente no que respeita às potencialidades técnicas e didácticas do software usado – Cabri-Géomètre.

3. Caracterização dos principais participantes

O estudo realizou-se no ano lectivo 2003/2004 numa escola rural do Centro do país pertencente ao distrito de Lisboa. Nela, leccionava-se o 6º ano de escolaridade, o 3º Ciclo do Ensino Básico e o Ensino Secundário.

A escolha desta Escola, por conveniência, prende-se com o facto de a professora, que levou a cabo o estudo, nela se encontrar a leccionar e porque dispunha das condições e recursos educativos indispensáveis para a concretização deste trabalho. A Escola apresentava 2 salas de computadores, uma destinada à leccionação da disciplina de 6º ano de escolaridade denominada de TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação) e outra destinada às disciplinas de Informática do Ensino Secundário. A primeira era constituída por 15 computadores, dispostos em quatro filas. Em todos eles foi instalado o programa Cabri-Géomètre. Já na outra sala, o número de computadores é bem mais reduzido, sendo que esta só apresentava 10 destes postos de trabalho, com o programa Cabri-Géomètre instalado.

Desta forma, estavam reunidas as condições técnicas indispensáveis para a realização do estudo.

3.1. A professora/investigadora

A professora é licenciada em Matemática – Ramo Educacional, pela Universidade Portucalense Infante D. Henrique, do Porto, em 2001.

Lecciona há 4 anos, sendo este o seu quinto ano de trabalho. Passou por Escolas de Ensino Básico e/ou Secundário, tendo leccionado, até ao momento, a disciplina de Matemática aos 7º, 8º, 9º e 10º anos de escolaridade. No ano de estágio leccionou ao 10º ano, efectuando regências ao nível de 12º ano. No ano lectivo 2003/2004 leccionou a todos os anos de escolaridade do 3º Ciclo do Ensino Básico. É, presentemente, professora contratada, de uma Escola do Norte do país e lecciona 7º e 8º anos.

3.2. A amostra

O estudo foi realizado com uma turma integral de alunos do 9º ano de escolaridade, no âmbito da disciplina de Matemática. Esta escolha deveu-se ao facto de ser o único nível em que a professora leccionava duas turmas e, por consequência, poderia aproveitar uma turma para pilotar alguns instrumentos de investigação e outra como turma experimental. Por outro lado, porque do programa do 9º ano de escolaridade, relativo à disciplina de Matemática, consta a unidade da "Circunferência e polígonos: rotações" que se prestava à abordagem com recurso ao programa Cabri-Géomètre.

Após o primeiro período de aulas, o conhecimento dos alunos tornou-se mais preciso e concreto, tendo-se optado pela turma cujos alunos se mostravam mais participativos, empenhados e interessados.

A turma era constituída, inicialmente, por 27 alunos. No entanto, aquando da realização do estudo, a turma estava reduzida a 23 elementos (4 dos alunos foram transferidos de escola), dos quais 12 raparigas e 11 rapazes. A média de idades dos alunos da turma era de 14,5 anos. Apenas 2 alunos estavam a repetir o 9º ano de escolaridade, mas 9 estavam fora da escolaridade obrigatória. Estes dados foram fornecidos pela Directora de Turma que referiu, ainda, que a disciplina de Matemática, no ano lectivo transacto, tinha sido uma onde se registou maior sucesso escolar: nível 1 – 1 aluno; nível 2 – 4 alunos; nível 3 – 10 alunos; nível 4 – 6 alunos e nível 5 – 2 alunos. No entanto, salientavam-se alguns alunos muito bons e outros com diversos problemas de aprendizagem.

Para uma apreciação mais concreta da turma explicita-se o resultado da análise efectuada ao Questionário Inicial (anexo I) aplicado aos 23 alunos que fizeram parte do estudo. Destes, apenas 3 referiram não possuir computador em casa, como retrata o gráfico 1 e a maioria, 14 alunos, afirmou utilizar o computador '*várias vezes*', 3 alunos assinalaram que o utilizavam '*sempre*' e nenhum assinalou a opção '*nunca*', pelo que restaram 6 alunos que '*raramente*' usavam o computador (gráfico 2).

Inquiriu-se, ainda, a turma sobre os locais e a frequência com que costumavam utilizar o computador. Os resultados apresentam-se no quadro 1.

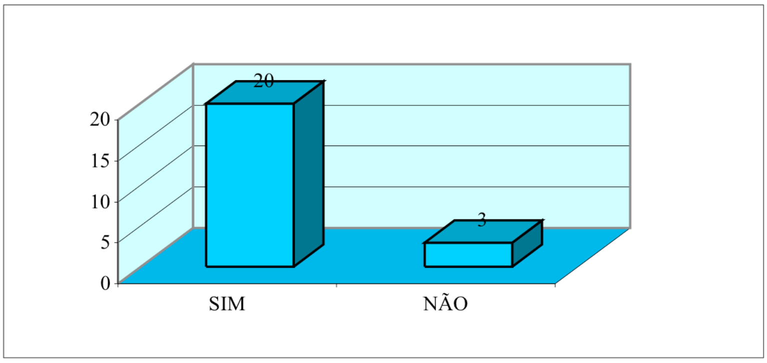


Gráfico. 1. Alunos com computador em casa.

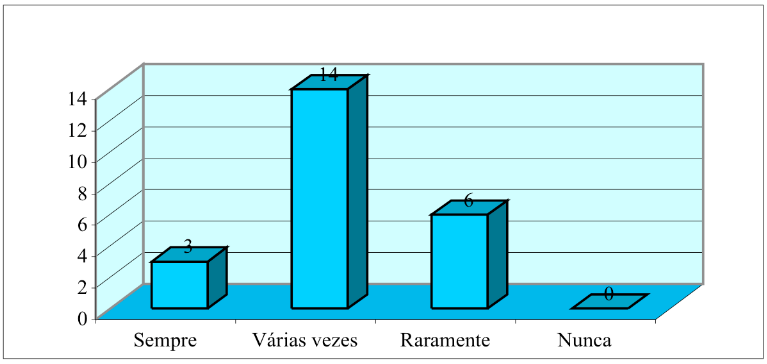


Gráfico. 2. Frequência com que os alunos utilizam o computador.

N.º	Parâmetros	Nunca	Raramente	Várias Vezes	Sempre
1	Em casa	2	3	8	9
2	Na Escola	6	14	1	0
3	Na Biblioteca Municipal	4	12	5	1
4	No local de trabalho de pais/familiares	15	4	2	0
5	Em Centros Comerciais	21	0	0	0
6	Em Clubes de Informática	19	2	0	0
7	Em casa de amigos	2	12	9	0
8	Noutro(s) local(ais). Qual(ais)?	6	0	0	0

Quadro. 1. Local e frequência com que os alunos utilizam o computador.

Assim, 9 alunos responderam utilizar '*sempre*' o computador em casa e apenas 1 disse utilizar '*sempre*' na Biblioteca Municipal. A opção '*várias vezes*' foi escolhida por 9 alunos, na utilização do computador em casa dos amigos; por 8 em casa; por 5 na Biblioteca Municipal; por 2 no local de trabalho de pais/familiares e apenas por 1 na Escola. Relativamente à opção '*raramente*' foi seleccionada por 14 alunos para a utilização do computador na Escola; por 12 na Biblioteca Municipal e em casa dos amigos; por 4 no local de trabalho dos pais/familiares; por 3 em casa e finalmente por 2 em Clubes de Informática. A última opção, '*nunca*', foi assinalada por 21 alunos em relação aos Centros Comerciais; por 19 em Clubes de Informática; 15 no local de trabalho dos pais ou familiares; 6 na Escola e noutro(s) local(ais); 4 na Biblioteca Municipal e 2 em casa e em casa dos amigos. Desta análise conclui-se que o local onde os alunos dizem usufruir mais ('*sempre*' ou '*várias vezes*') do computador é a sua casa, com 17 ocorrências, a casa de amigos (9 ocorrências) e a Biblioteca Municipal (6 registos) e o local onde menos ('*nunca*' ou '*raramente*') utilizam o computador é em Centros Comerciais e Clubes de Informática, com 21 registos, o local de trabalho de pais/familiares (19 ocorrências) e a Escola (20 ocorrências).

Questionava-se, de seguida, com que fim é que utilizavam o computador. De um modo geral, a opção '*sempre*' foi seleccionada por 7 alunos no que se referia a pesquisar e ouvir música; 6 para jogar e 5 para trabalho e/ou trabalhos de casa (ver quadro 2). A opção '*várias vezes*' foi assinalada por 16 alunos para escrever textos; 10 para jogar; 9 para trabalhos e/ou trabalhos de casa e pesquisar; 8 para ouvir música e 6 para se corresponderem. Já na opção '*raramente*', 13 alunos indicaram-na para desenhar; 10 para ver filmes; 6 para escrever textos e 5 para jogar, fazer trabalhos e/ou trabalhos de casa, estudar para os testes e ouvir música. Por fim, a opção '*nunca*' foi referida por 17 alunos para comunicar; 15 para se corresponderem; 14 para estudar para os testes; 11 para ver filmes; 9 para desenhar e 6 para outro(s) fim(ns). Assim, conclui-se que o computador parece ser mais utilizado ('*sempre*' ou '*várias vezes*') com a finalidade de jogar, escrever textos e pesquisar, com 16 ocorrências, ouvir música (15 registos) e fazer tpc's/trabalhos (14 registos). Parece ser menos utilizado ('*nunca*' ou '*raramente*') para ver filmes (21 ocorrências), desenhar (22 ocorrências), estudar para os testes e comunicar (19 registos) e corresponder (16 registos).

De seguida, pretendia-se averiguar quais os jogos de computador preferidos pelos alunos, mas a conclusão a que se chegou é que, apesar da diversidade, nenhum deles se relacionava, directamente, com as disciplinas leccionadas. Na globalidade, eram jogos de carros, motas, futebol, cartas, entre outros. Poucos foram os alunos que indicaram jogos de estratégia que, poderiam desenvolver capacidades de compreensão, bem como estimulação do raciocínio o que, para a disciplina de Matemática, seria uma mais valia.

N.º	Parâmetros	Nunca	Raramente	Várias Vezes	Sempre
1	Jogar	2	5	10	6
2	Fazer 'tpc's' / trabalhos	4	5	9	5
3	Desenhar	9	13	1	0
4	Escrever textos	1	6	16	0
5	Pesquisar	4	2	9	7
6	Estudar para os testes	14	5	2	2
7	Corresponder (E-mail)	15	1	6	1
8	Comunicar (Chat)	17	2	3	1
9	Ver filmes	11	10	1	1
10	Ouvir música	3	5	8	7
11	Outro(s) fim(ns). Qual(ais)?	6	0	0	0

Quadro. 2. Fim com que os alunos utilizam o computador.

A questão seguinte prendia-se com os programas/softwares utilizados pelos alunos e, da análise feita (ver quadro 3), concluiu-se que na opção '*sempre*', 8 alunos seleccionaram o Word; 3 o Internet Explorer e 1 o Excel, o Paint e outros. Na opção '*várias vezes*', 10 alunos assinalaram o Word; 6 o Paint e o Internet Explorer; 4 o Powerpoint e 2 o Excel e o IRC/MIRC. Já na opção '*raramente*' as escolhas recaíram sobre o Excel, 14 alunos; o Paint, 11 alunos; o Internet Explorer, 6 alunos; o Word e o Powerpoint, 4 alunos e o IRC/MIRC, 3 alunos. Por fim, na opção '*nunca*', destacaram-se o Netscape Communicator, referido por 18 alunos; o IRC/MIRC, por 13; o PowerPoint por 12; o Internet Explorer por 7; o Paint e outros por 5 e o Excel por 4. Assim, o programa que foi mais utilizado pelos alunos parece ser o Word e os menos utilizados o Netscape Communicator e o IRC/MIRC. Apenas 1 aluno referiu utilizar sempre um outro programa, não referenciado no questionário, denominado, CorelDraw.

N.º	Parâmetros	Nunca	Raramente	Várias Vezes	Sempre
1	Word	1	4	10	8
2	Excel	4	14	2	1
3	PowerPoint	12	4	4	0
4	Paint	5	11	6	1
5	Internet Explorer	7	6	6	3
6	IRC/MIRC	13	3	2	0
7	Netscape Communicator™	18	0	0	0
8	Outro(s). Qual(ais)?	5	0	0	1

Quadro. 3. Programas/softwares utilizados pelos alunos.

Tendo, ainda, em conta a primeira parte do questionário, interrogou-se os alunos sobre os seus gostos pela utilização do computador, encontrando-se as seguintes respostas (gráfico 3): 13 alunos referiram gostar muito; 6 gostar bastante e apenas 3 gostar pouco. Ninguém assinalou a opção, '*não gosto nada'*.

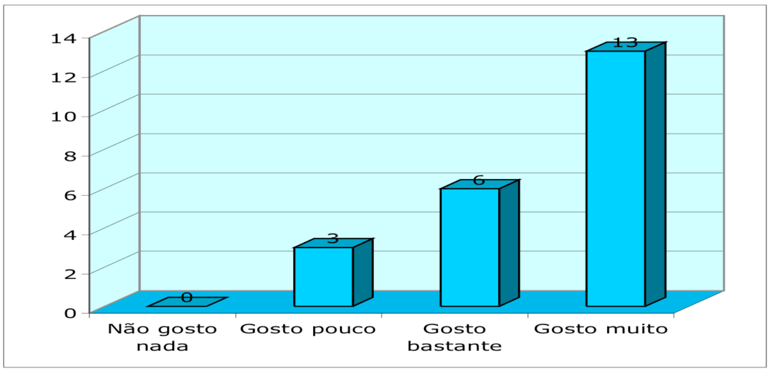


Gráfico. 3. Gosto dos alunos pela utilização do computador.

De seguida, quis-se saber o porquê e, mais uma vez, primou a diversidade de respostas. Os alunos justificaram as suas opções referindo que: "*gosto de utilizar o computador porque podemos pesquisar coisas para os trabalhos com mais facilidade e é uma forma de entretenimento*"; "*posso fazer trabalhos diferentes*"; "*gosto da tecnologia e das coisas com apresentação muito melhor*" e "*são bastante informativos e ajudam na nossa vida*". Poucos foram os que referiram não gostar, justificando que *"é uma seca e estraga a vista*" e "*fico cansada se estou muito tempo em frente ao computador*".

Para terminar esta parte, perguntou-se aos alunos se sabiam abrir e guardar um ficheiro no computador e noutros locais com esta funcionalidade. O objectivo desta questão era averiguar quais os alunos que necessitariam de ajuda aquando da realização das fichas de trabalho e da ficha de avaliação prática, com recurso ao Cabri-Géomètre, em que seria indispensável recorrer a figuras previamente realizadas e guardadas. Apenas 2 alunos indicaram não saber abrir ou guardar um ficheiro numa pasta do computador e 3 referiram não saber abrir ou guardar numa disquete ou num CD-Rom (gráfico 4). Toda a turma referiu não saber guardar ou abrir um ficheiro num *easy disk* ou *pen disk*, exceptuando 1 aluno que não respondeu a este grupo de questões.

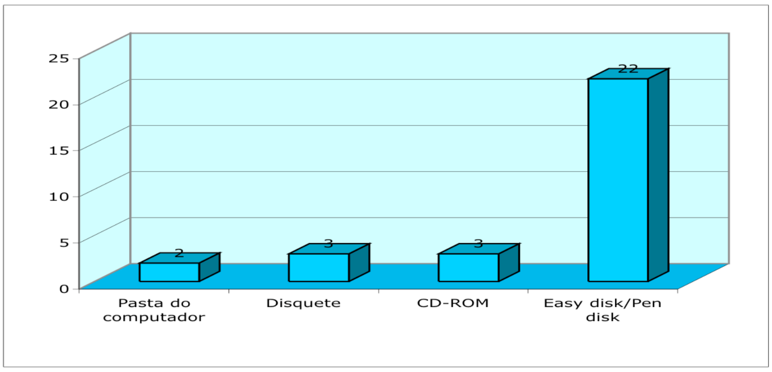


Gráfico. 4. Locais onde os alunos não sabem abrir ou guardar um ficheiro.

Na última pergunta deste grupo, mais direccionado para os hábitos que os alunos tinham no computador, questionava-se sobre quanto tempo passavam, em média, no computador por dia. A maioria, 12 alunos, situou a sua resposta num intervalo de 1 a 2 horas; 4 referiram estar menos de 1 hora e 5 mais de duas horas, 1 aluno respondeu raramente e outro não respondeu (ver gráfico 5).

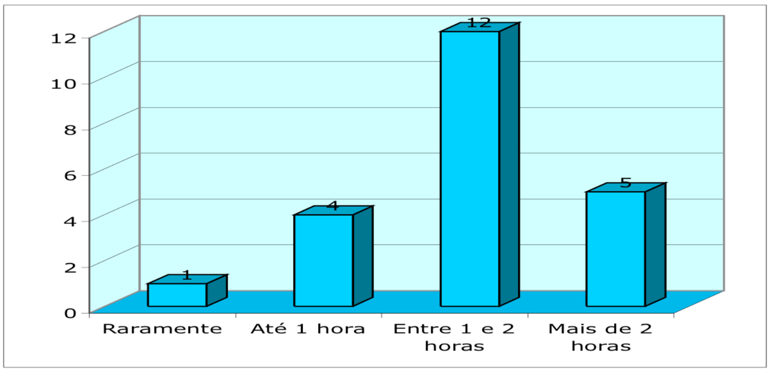


Gráfico. 5. Tempo médio que os alunos passam no computador por dia.

Na segunda parte do questionário, "O Computador no Processo de Ensino e de Aprendizagem", os alunos emitiram as suas opiniões acerca da utilização, gosto e importância desta ferramenta nas diferentes disciplinas.

Na primeira questão, pretendia-se averiguar se os alunos tinham por hábito utilizar os computadores nas aulas. Infelizmente, a resposta foi negativa. Quase todos os alunos assinalaram que '*nunca*' usam o computador nas diversas disciplinas, tendo 4 referido utilizar '*raramente*' nas aulas de Estudo Acompanhado, para a realização de trabalhos.

Apenas 1 aluno referiu ter usado, na 'escola primária', um programa elaborado pelo seu professor, que tinha como objectivo a aprendizagem da tabuada de uma forma lúdica e dinâmica.

Na pergunta seguinte questionava-se o aluno sobre o seu gosto pela utilização do computador nas aulas. Dois alunos assinalaram a sua preferência no meio da escala; 3 entre o meio da escala e os três quartos da escala; 3 exactamente nos três quartos da escala; 6 entre os três quartos e o final da escala e a maioria, 9 dos alunos, assinalaram no "Muito" – final da escala (ver gráfico 6).

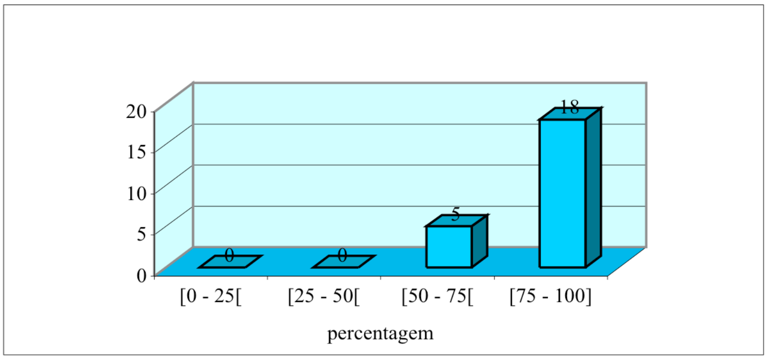


Gráfico. 6. Gosto dos alunos pela utilização do computador em aula.

Questionou-se, ainda, os alunos, sobre a importância que atribuíam ao uso do computador no ensino e na aprendizagem. As opiniões já não se encontraram tão próximas do final da escala, mas apenas se verificou 1 resposta situada a um quarto da escala. Das restantes, 2 foram assinaladas no meio da escala; 2 entre o meio e os três quartos; 8 exactamente nos três quartos; 5 entre os três quartos e o final do segmento de recta e finalmente, no "Muito", 5 respostas (ver gráfico 7).

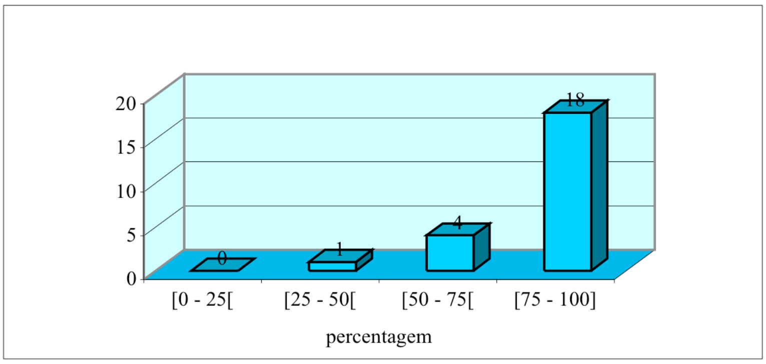


Gráfico. 7. Importância atribuída ao uso do computador no ensino e na aprendizagem.

Pediu-se, para estas duas questões, para os alunos justificarem as suas escolhas. No entanto, devido à proximidade e, por vezes, mesmo coincidência das respostas, apresentam-se as justificações em conjunto. Assim, os alunos referiram que as aulas onde utilizassem o computador seriam aulas diferentes, onde se aprenderia e perceberia a matéria com maior facilidade, motivando e estimulando para o trabalho e para a aprendizagem, tornando as aulas mais divertidas e agradáveis. Com o computador, as aulas seriam menos cansativas, a aprendizagem seria mais rápida, mais prática, mais eficaz, sendo que, determinadas matérias, mais complicadas, poderiam tornar-se mais simples. Os alunos estariam mais animados, mais aplicados e podiam aprender de outra maneira, usando outros materiais. Alguns alunos consideraram que o computador era importante para o futuro, em todas as áreas, podendo, no momento, ajudar a exercitar a matéria, a resolver problemas e facilitar a pesquisa através da Internet.

Das muitas respostas dadas e das muitas que mereciam ser citadas, seleccionaram-se duas, para cada questão, que generalizassem as opiniões de "todos" os alunos. Assim, a justificação para a resposta à pergunta "gostas ou gostavas de usar o computador nas aulas?", dada pelo aluno X14 foi: "*Muito, pois seriam umas aulas diferentes, mais animadas. Eu acho que era bom porque se uma pessoa aprender através de um material que gosta de usar é um estímulo para continuar a trabalhar*". Já o aluno X17 respondeu: "*Muito, porque iria ser divertido e, se calhar, motivava mais os alunos a interessarem-se pela disciplina*". Relativamente à questão "consideras importante o uso do computador no ensino e na aprendizagem?", o aluno X14 respondeu: "*Muito, pois é um meio que é utilizado cada vez mais, e o futuro, quase todo, será feito no computador. E se nós começarmos a trabalhar já com ele é dar um grande passo para a frente*". Já a justificação dada pelo aluno X8 é a seguinte: "*Sim, porque pode-nos ajudar imenso e até podemos aprender e perceber a matéria*".

É de referir que o X14 é um aluno de nível 5, o X17 de nível 3 e o X8 de nível 2.

Partindo do geral para o particular, a terceira parte do questionário incidiu sobre a disciplina de Matemática, com o objectivo de averiguar qual a opinião dos alunos quanto à utilização, gosto e importância do computador nesta disciplina.

Na primeira questão, os alunos tinham de assinalar a frequência com que usavam diversos programas/softwares (Excel, Logo, Modellus, Cinderella, Cabri-Géomètre, Geometer's Sketchpad, Derive, Supposer e Graphmatica) nas aulas de Matemática. Todos os alunos responderam '*nunca*' ter utilizado qualquer tipo de software nas referidas aulas. Apenas 1 aluno, indicou um programa, mencionado anteriormente, que utilizou na 'escola primária' para ajudar na tabuada.

Hoje, o mercado apresenta uma enorme variedade de softwares educativos para as mais diversificadas áreas mas, como se pode depreender das respostas dos alunos, há Escolas e Professores que ainda não aderiram a estas tecnologias.

De seguida, e de acordo com a segunda parte do questionário, questionou-se se os alunos gostavam de utilizar o computador nas aulas de Matemática e obtiveram-se as seguintes respostas: 2 alunos assinalaram os três quartos da escala; 8 alunos assinalaram a sua opção entre os três quartos e o final da escala e, por fim, 13 alunos assinalaram a sua preferência no final da escala. Novamente, não se encontraram opiniões desfavoráveis, como é visível no gráfico 8.

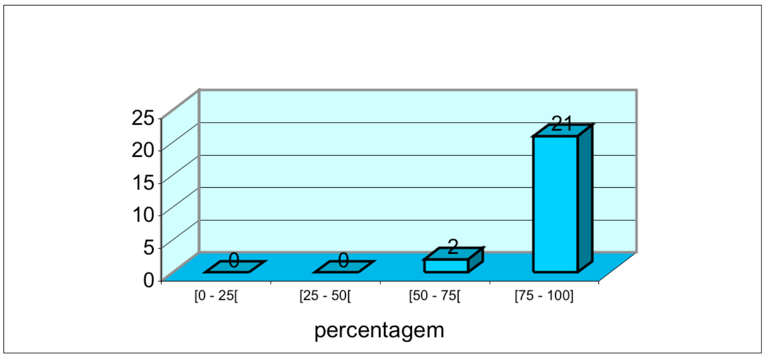


Gráfico. 8. Gosto dos alunos pela utilização do computador nas aulas de Matemática.

No que se refere à questão da importância atribuída ao uso do computador no ensino e aprendizagem da Matemática, 2 alunos assinalaram a sua opção no local correspondente a um quarto da escala; outros 2 assinalaram entre o meio e os três quartos da escala; 5 assinalaram nos três quartos da escala; 7 entre os três quartos e o final da escala e, por fim, 6 no final da escala. Assim, concluiu-se que, apesar de existirem duas opiniões menos favoráveis relativamente à importância do uso do computador no ensino e aprendizagem da Matemática a grande maioria dos alunos considera-o muito importante (ver gráfico 9).

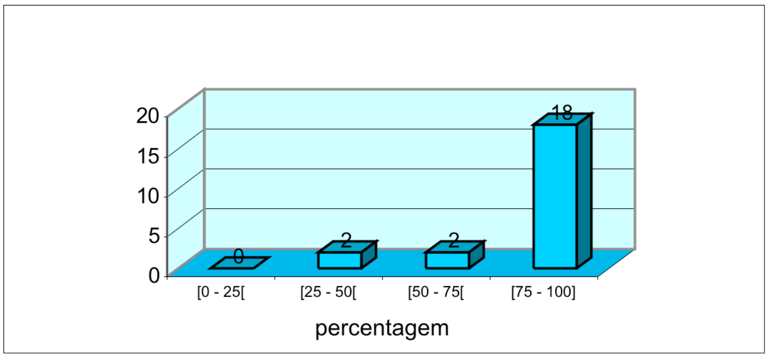


Gráfico. 9. Importância atribuída ao uso do computador no ensino e aprendizagem da Matemática.

Tal como na segunda parte do questionário, a análise das justificações à resposta a estas questões aparecem em conjunto, uma vez que se assemelharam muito. Assim, os alunos, consideraram que o uso do computador na disciplina de Matemática tornaria a aula mais divertida, agradável, interessante, que poderiam aprender e compreender melhor a matéria, facilitando a aprendizagem e sentindo-se mais motivados. As aulas seriam mais descontraídas, mais produtivas, poderiam ser resolvidos exercícios com maior dificuldade, aprenderem de uma forma diferente a importância da Matemática. Sendo esta disciplina considerada difícil pela maioria dos alunos seria uma forma de superar dificuldades, de leccionar matérias "difíceis de dar no quadro". No entanto, apareceram também opiniões desfavoráveis de alunos que acharam que a Matemática em nada se enquadrava com o computador. Para outros, a utilização deste até podia ser útil e benéfica, mas preferiam escrever no caderno os cálculos que realizavam.

Para mostrar, de uma forma mais próxima e verdadeira, a opinião dos alunos, apresentam-se duas citações, uma para cada questão. Relativamente à pergunta "gostas ou gostavas de usar o computador nas aulas de Matemática?", o aluno X7 respondeu: "*Muito, porque poderia exaltar em mim o gosto por esta ciência, que é muito pouco*". Quanto à questão "consideras importante o uso do computador no ensino e na aprendizagem da Matemática?", o aluno X4 respondeu: "*Bastante, através do computador podemos ver que a Matemática é importante para o nosso dia a dia*".

O questionário termina com uma tabela onde se encontra um conjunto de afirmações sobre o uso do computador nas aulas de Matemática, tendo o aluno de assinalar o seu grau de concordância. O resultado da análise das respostas está sistematizado no quadro 4.

N.º	Parâmetros O uso do computador nas aulas de Matemática:	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
1	contribui para uma visão mais positiva da Matemática;	0	0	6	17
2	contribui para que as aulas sejam mais activas, vivas ou dinâmicas;	0	0	4	19
3	torna-as mais aborrecidas e desmotivadoras;	23	0	0	0
4	torna a aprendizagem mais desafiante permitindo ao aluno um maior controlo sobre ela;	0	1	11	11
5	contribui para uma aprendizagem mais independente, mais autónoma e responsável;	0	0	18	5
6	não estimula a imaginação e não promove o desenvolvimento de novas ideias;	19	3	0	1
7	contribui para que os alunos aprendam duma forma mais significativa;	0	0	10	13
8	facilita a comunicação entre o professor e o aluno;	1	1	15	6
9	facilita o distanciamento entre os alunos;	13	5	5	0
10	contribui para se perceber melhor a importância da Matemática;	0	1	10	12
11	permite relacionar os seus conteúdos com o quotidiano;	0	3	15	5
12	não promove o desenvolvimento do raciocínio;	17	1	5	0
13	contribui para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas;	0	1	18	4
14	só serve para nos distrairmos um bocado;	16	6	1	0
15	As aulas de Matemática não se prestam ao uso do computador.	19	3	1	0

Quadro. 4. Importância atribuída ao uso do computador nas aulas de Matemática.

De destacar que as afirmações que registaram um maior número de ocorrências de acordo total ou desacordo total, no caso de estarem formuladas na negativa, foram: "O uso do computador nas aulas de Matemática torna-as mais aborrecidas e desmotivadoras" com 23 registos; "O uso do computador nas aulas de Matemática contribui para que as aulas sejam mais activas, vivas ou dinâmicas", "O uso do computador nas aulas de Matemática não estimula a imaginação e não promove o desenvolvimento de novas ideias" e "As aulas de Matemática não se prestam ao uso do computador" todas com 19 registos; "O uso do computador nas aulas de Matemática contribui para uma visão mais positiva da Matemática" e "O uso do computador nas aulas de Matemática não promove o desenvolvimento do raciocínio" com 17 registos.

É também curioso notar que as afirmações 5 e 13 e 8 e 11 registaram, respectivamente 18 e 15 ocorrências mas na opção '*concordo parcialmente*'. Dignas de registo são, ainda, as questões 14 e 9 relativamente às quais 6 e 5 alunos, respectivamente, discordavam parcialmente que o uso do computador "só serve para nos divertirmos um bocado" e "facilita o distanciamento entre os alunos".

De um modo geral concluiu-se que a grande maioria dos alunos apresentava representações bastante positivas sobre o uso do computador nas aulas de Matemática, tal como já tinham denunciado nas justificações às questões anteriores, que vieram, de certo modo, corroborar as opções seleccionadas nestas afirmações.

4. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Teve-se em conta que "para cada pesquisa concreta cabe ao método seleccionar as técnicas adequadas, controlar a sua utilização, integrar os resultados parciais obtidos" (Almeida e Pinto, 1990, p. 84) e que se "torna indispensável um grande controlo crítico dos procedimentos metodológicos, das suas possibilidades e limitações, para que os instrumentos de pesquisa se adequem à realidade visada" (Lima, 1987, p. 19).

Assim, como principais técnicas seleccionaram-se a do inquérito e da observação (directa), apoiadas pelos principais instrumentos – questionários, teste, diário, registo vídeo, documentos e artefactos e conversas informais com os alunos. Quer os questionários (anexos I e X), quer o teste (anexo IV), quer as fichas de revisão (anexos V e VI) e de trabalho (anexos VII, VIII e IX) a disponibilizar aos alunos foram devidamente validados por credíveis 'juízes' e pilotados noutra turma da professora.

Relativamente aos inquéritos por questionário, que se apoiam numa série de perguntas direccionadas a um conjunto de indivíduos, foram aplicados, antes e após a experiência, para obter informações, na perspectiva dos alunos, respectivamente, acerca da utilização, gosto e importância do uso do computador e acerca do impacte da exploração do Cabri no desenvolvimento de apetências e competências.

Após a sessão de preenchimento do Questionário Inicial (anexo I), os alunos realizaram uma aula de exploração do software em questão, o Cabri-Géomètre, da qual surgiu, de cada par de alunos, um relatório sobre as principais funcionalidades do software. Os relatórios integraram o conjunto de documentos recolhidos na parte experimental. No final dessa sessão foram fornecidos aos alunos dois manuais de apoio (anexos II e III) sobre o Cabri-Géomètre, com as funções dos menus e explicação dos ícones da barra de ferramentas, para que servissem de auxiliares às dúvidas e necessidades dos alunos sobre as características do programa, durante a sua posterior utilização, numa lógica de auto-aprendizagem.

As aulas seguintes assentaram na realização, com recurso ao Cabri, das cinco fichas de trabalho elaboradas, duas de revisão de conteúdos (anexos V e VI) e três para abordar o capítulo de Geometria do 9º ano, "Circunferência e polígonos: rotações" (anexos VII, VIII e IX).

A observação directa incidiu sobre a forma como se desenvolveram as aulas com recurso ao Cabri-Géomètre. Foram registadas, no "diário" todas as informações consideradas pertinentes e recolhidas produções dos alunos como é o caso dos testes na versão pré e pós e artefactos considerados úteis.

Todas as sessões foram filmadas para posterior análise e recolha de dados essenciais, para uma melhor compreensão da dinâmica do comportamento da turma, da relação aluno-software e aluno-professor, revivendo-se a situação e permitindo conhecer o fenómeno em estudo a partir do seu interior. Segundo Olson (1991) a observação dos alunos é um excelente meio para reunir dados sobre a aprendizagem e ajuda a centrar a atenção nos estudantes em detrimento do professor. Como professora, a investigadora, quando necessário, participou e integrou a vida do grupo em questão, explicitando dúvidas, dando sugestões, criticando e dando reforço positivo quando a situação o exigiu. Foram ainda mantidas conversas informais com os alunos, para esclarecimento de alguma questão.

4.1. Questionário Inicial

A parte experimental da investigação iniciou-se, como já foi referido, com o preenchimento, por parte dos alunos, do Questionário Inicial (anexo I) relacionado com o computador e suas potencialidades educativas.

Este encontrava-se dividido em três partes – "O Computador", "O Computador no Processo de Ensino e Aprendizagem" e "O Computador na Matemática".

As questões que se apresentavam eram de dois tipos principais: escolha múltipla e resposta aberta. No primeiro caso apresentaram-se vários quadros nos quais, o aluno, deveria assinalar com X a resposta que mais se aproximasse da sua opinião ou apresentou-se um segmento de recta que iniciava com "Nada" e terminava com "Muito", e onde deveria assinalar com um X o ponto onde se situava a sua preferência. Para evitar a confusão, por parte dos alunos, e para facilitar o tratamento estatístico dos dados, o segmento de recta encontrava-se dividido em quatro partes iguais, como se pode observar na figura 25.

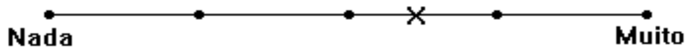


Fig. 25. Tipo de segmento de recta para assinalar a preferência.

Nas questões de resposta aberta, apresentava-se um espaço em branco onde o aluno descreveria, com a máxima precisão, a sua resposta.

Na primeira parte, “O Computador”, o aluno deparou-se com um conjunto de questões relativas ao uso do computador no seu dia a dia. Pretendia-se averiguar se os alunos possuíam computador próprio; onde e para que fins o utilizavam; quais os programas e softwares que conheciam e costumavam usar e qual o gosto que nutriam por esta ferramenta.

A segunda parte, “O Computador no Processo de Ensino e Aprendizagem”, estava direccionada para o uso do computador nas variadas disciplinas, se gostavam ou não de o usar nas aulas e que importância atribuíam à utilização do computador nas aulas e na sua aprendizagem.

Na terceira parte, “O Computador na Matemática”, seleccionava-se a disciplina de Matemática como objecto particular do estudo e nela encontravam-se questões relativas ao facto de usarem diversos softwares nas aulas de Matemática; ao gosto por essa situação e importância da mesma. Terminava-se com um conjunto de questões sobre as funções/papéis do computador na aula da Matemática, relativamente às quais teriam que assinalar o grau de concordância.

O questionário foi submetido a uma ‘validação’ por parte de 11 professores, dos quais 1 era de Língua Portuguesa do 2º Ciclo, 7 de Matemática do 3º Ciclo e Secundário e 3 Investigadores.

Aquando da entrega do questionário, a investigadora explicou, em traços gerais, aos ‘juízes’, o estudo que se encontrava a realizar e quais os objectivos que pretendia atingir com a realização do mesmo, por alunos do 9º ano de escolaridade.

Esclareceu, ainda, que pretendia obter sugestões sobre as questões apresentadas, quer a nível de linguagem, quer a nível de conteúdos, tendo em conta o público-alvo a que o questionário se destinava.

Recolhidos os comentários, foram introduzidas as alterações consideradas pertinentes, nomeadamente: a elaboração de uma introdução ao questionário, explicando o fim a que se destinava e o seu enquadramento; a reformulação do segmento de recta, de forma a que ficasse mais perceptível; a alteração das opções de resposta dicotómica, sim e não, por 'gosto muito', 'gosto', 'gosto pouco' e 'não gosto', em determinadas perguntas; acréscimo de alguns parâmetros e alteração da forma e da morfologia de algumas questões.

O questionário foi, ainda, alvo de pilotagem, realizada por 10 alunos de uma turma de 9º ano, com idades compreendidas entre os 14 e os 17 anos, tendo-se constatado que demorou cerca de 45 minutos o seu preenchimento. Os alunos foram seleccionados tendo-se o cuidado de eleger alunos cujas classificações, a Matemática, fossem diversificadas.

A professora começou por explicar aos mesmos o estudo que se encontrava a realizar e quais os objectivos que pretendia atingir com o questionário.

Após o enquadramento da pilotagem, dispôs os alunos individualmente por carteira e deixou-os ler o questionário e redigir, no mesmo, as possíveis dúvidas que surgissem relativamente à interpretação e ainda sugestões ou propostas de alteração de questões ou de parâmetros a retirar e/ou a acrescentar.

De acordo com algumas sugestões relevantes, apontadas pelos alunos, este instrumento foi alterado em alguns pontos. A pergunta onde se apresentava, um segmento de recta, que iniciava com "nada" e terminava com "muito", no qual o aluno deveria assinalar o ponto onde situasse a sua preferência, foi reformulada de forma a que ficasse mais explícita. Para que não suscitasse dúvidas foi colocado um exemplo demonstrativo, no início do questionário e, nas questões onde se utilizasse este tipo de resposta, foi escrito "assinala com uma cruz, o ponto onde situas a tua preferência". Algumas perguntas, cuja resposta era dada segundo as opções 'sim' e 'não', foram alteradas para as opções 'nunca', 'raramente', 'várias vezes' e 'sempre'. Foram ainda acrescentados alguns parâmetros e reformuladas algumas questões quanto à sua sintaxe e morfologia.

4.2. Relatórios

Após a sessão de preenchimento do questionário, a aula que se seguiu teve como objectivo a exploração do programa, Cabri-Géomètre, pelos alunos, de forma livre e em grupos de dois. Nesta sessão pretendia-se que os alunos se familiarizassem com o software, o investigassem e descobrissem quais as suas funções e potencialidades. Para se rentabilizar a actividade foi pedido aos alunos que elaborassem um relatório, completamente aberto, explicativo das funções e potencialidades observadas. Para tal foi-lhes indicado que deveriam tomar algumas notas momentâneas para que, aquando da elaboração, extra aula, do relatório não se esquecessem de qualquer característica do programa. No anexo XI encontra-se um desses relatórios elaborado por um dos grupos.

4.3. Fichas de trabalho

Foram elaboradas cinco fichas de trabalho, as duas primeiras contendo questões de revisão de matérias já leccionadas em anos transactos, mas necessárias para a unidade em questão, "Circunferência e polígonos: rotações". As outras três fichas estão relacionadas com o tema a abordar, sendo a primeira relativa a ângulos inscritos, ângulos ao centro e tangentes a uma circunferência (anexo VII); a segunda versa sobre polígonos inscritos numa circunferência (anexo VIII) e a última sobre rotação, simetria e translação (anexo IX). Todas elas apresentavam, para cada questão, um espaço em branco para que os alunos pudessem anotar a respectiva resposta. Para cada grupo de perguntas foi elaborada uma questão que levasse o aluno a escrever a propriedade descoberta.

Foram criadas de forma a permitir o desenvolvimento de actividades diversificadas, nomeadamente, de resolução de problemas, de elaboração de conjecturas e respectiva testagem e de pesquisa de propriedades. Este conjunto de tarefas foram exploradas na sala de aula, tendo sempre em atenção as relações entre as actividades com o computador e outras que não recorressem a este suporte, tentando que os alunos assumissem a máxima responsabilidade nas actividades e na sua aprendizagem.

As fichas de trabalho elaboradas, antes de aplicadas, foram alvo de 'validação' por um conjunto de juízes composto por 8 professores de Matemática, dos quais 2 eram investigadores. Decorrente desse processo, foram introduzidas as alterações tidas como pertinentes, das quais se salientam a necessidade de um cabeçalho e um rodapé com o título da ficha e a numeração da página e a indicação, nas alíneas com esse fim, da necessidade de se guardarem as figuras construídas, num mesmo ficheiro. Foram, ainda, introduzidas algumas alterações relativas a sintaxe e morfologia.

4.4. Teste de avaliação

O teste de avaliação (anexo IV) era constituído por duas partes, uma teórica e outra prática, sendo esta resolvida com recurso ao Cabri, contendo, ambas, cinco grupos de questões de forma a abarcar os aspectos mais relevantes da matéria abordada. Teve-se a preocupação de distribuir a matéria leccionada e a cotação das questões igualmente pelos grupos.

A estrutura do teste era idêntica à das fichas.

Este teste foi aplicado antes e após a leccionação da matéria e resolução das fichas de trabalho para que também fosse possível verificar a evolução da aprendizagem destes alunos.

Este instrumento foi, também, submetido a ‘validação’ pelo mesmo conjunto de juízes que validou as fichas de trabalho. As sugestões não foram em grande número, mas contribuíram para a melhor apresentação e interpretação do teste de avaliação. As propostas mais pertinentes foram: a junção, num mesmo caixilho, na parte inicial do teste, das explicações e das instruções; a diminuição do número de questões do teste; a elaboração de um rodapé onde constasse a numeração das páginas e a introdução de algumas alterações no respeitante à sintaxe e morfologia das perguntas.

4.5. Questionário Final

O Questionário Final (anexo X) encontrava-se dividido em três grandes grupos com o objectivo de averiguar a relação do aluno com o software utilizado, a relação do software com a disciplina de Matemática e, por fim, obter informações sobre alguns aspectos que os alunos considerassem importantes sobre a experiência realizada.

No primeiro ponto apresentou-se uma tabela com vários parâmetros sobre a interacção aluno/Cabri-Géomètre, nomeadamente – facilidade de utilização, atractividade da interface, poder desafiante e motivador do programa, complexidade do software, funcionalidade da ajuda – na qual assinalavam com uma cruz a resposta que mais se aproximasse das suas opções (discordo em absoluto, discordo parcialmente, concordo parcialmente e concordo em absoluto).

No segundo tópico disponibilizava-se uma tabela com afirmações relacionadas com o Cabri e a Matemática onde, novamente, os alunos assinalavam, com uma cruz, o seu desacordo absoluto ou parcial, ou o seu acordo parcial ou absoluto. Pretendia-se, com as respostas dadas, verificar a opinião dos alunos sobre a contribuição do Cabri para uma visão mais positiva da Matemática, em geral, e da Geometria, em particular e para uma aprendizagem mais significativa, nomeadamente – contribuição do Cabri para se perceber melhor a importância da Matemática; valor e potencial educativo do Cabri para a consecução dos objectivos; a adaptação à abordagem dos conteúdos geométricos; incentivo à autonomia; motivação para a aprendizagem; adequação à elaboração de conjecturas e testagem e a uma aprendizagem activa e dinâmica da geometria; contribuição para o desenvolvimento do raciocínio e de competências de resolução de problemas, de visualização e de comunicação; estimulação da imaginação.

Com o último tópico pretendia-se conhecer a opinião dos alunos sobre os materiais fornecidos, importância do Cabri no ensino e aprendizagem da geometria e aspectos mais e menos apreciados nas aulas com recurso a este software.

O Questionário Final foi, tal como os restantes instrumentos utilizados, submetido a uma ‘validação’, realizada por um júri composto por 7 Professores de Matemática do 3ºCiclo/Secundário dos quais duas eram Investigadoras; 2 Professores do 1º Ciclo/Investigadores; 1 Professora de uma Escola Superior de Educação/Investigadora e 2 Professores/Investigadores do Ensino Superior Universitário. Aquando da entrega do questionário esclareceu-se sobre os objectivos a alcançar com a aplicação do mesmo de modo que as sugestões e/ou correcções fossem as mais adequadas.

Consequentemente, foram introduzidas as sugestões consideradas pertinentes que se prenderam, na sua maioria, com alterações à linguagem utilizada, de modo que esta se tornasse mais adequada e acessível ao público-alvo em questão.

Este questionário foi, posteriormente, submetido ao processo de pilotagem, pelos mesmos alunos referidos anteriormente, e seguindo-se a mesma estrutura. Não tendo o seu preenchimento suscitado qualquer dúvida, considerou-se a versão definitiva.

5. Fases e procedimentos

O estudo teve início com a elaboração da planificação, que atendeu aos resultados do pré-teste, da Unidade Didáctica "Circunferência e polígonos: rotações" para cuja implementação se recorreria ao Cabri-Géomètre (ver ponto 1.1 do capítulo seguinte). Por este motivo, a análise deste software, à luz do paradigma de Squires & McDougall (ponto 1.2 do capítulo seguinte), foi sendo realizada em simultâneo.

Terminada esta análise, e tendo-se concluído que o Cabri-Géomètre, por todas as características apontadas, não só poderia adequar-se ao estudo da unidade em questão como poderia promover uma nova forma, inovadora, de o fazer, deu-se início à parte experimental, que decorreu no período de 20 de Fevereiro a 2 de Abril de 2004, com uma última sessão a 4 de Junho de 2004.

Sistematiza-se, no quadro seguinte, as etapas concretizadas, as datas em que decorreram e a duração que tiveram.

Sessão	Data	Duração	Etapa
Sessão 1	20 Fevereiro	45 minutos	Aplicação do Questionário Inicial.
Sessão 2	1 Março	90 minutos	Exploração livre do Cabri-Géomètre e elaboração do relatório de descobertas.
Sessão 3	5 Março	90 minutos	Aplicação do pré-teste (teórico e prático).
Sessão 4	8 Março	90 minutos	Aplicação da ficha "propriedades dos paralelogramos" e discussão das tarefas.
Sessão 5	12 Março	90 minutos	Conclusão da ficha "propriedades dos paralelogramos" e discussão das tarefas.
Sessão 6	15 Março	90 minutos	Aplicação da ficha "propriedades dos triângulos" e discussão das tarefas.
Sessão 7	19 Março	90 minutos	Conclusão da ficha "propriedades dos triângulos" e discussão das tarefas.
Sessão 8	22 Março	90 minutos	Aplicação da ficha "ângulos inscritos e ao centro, ângulos inscritos numa semi-circunferência e tangentes à circunferência" e discussão das tarefas.
Sessão 9	26 Março	90 minutos	Aplicação da ficha "polígonos inscritos em circunferências" e discussão das tarefas.
Sessão 10	29 Março	90 minutos	Aplicação da ficha "rotação, simetria e translação" e discussão das tarefas.
Sessão 11	2 Abril	90 minutos	Aplicação do pós-teste (teórico e prático).
Sessão 12	4 Junho	45 minutos	Aplicação do Questionário Final.

Quadro. 5. Calendarização das actividades experimentais.

De salientar que tal experiência era totalmente nova quer para os alunos quer para a própria professora que nunca tinham utilizado o Cabri, nem qualquer outro software, em situação concreta de sala de aula.

5.1. Aplicação do Questionário Inicial

A primeira etapa, aplicação do Questionário Inicial, decorreu com normalidade. Inicialmente, a professora/investigadora explicou aos alunos qual o estudo que pretendia realizar e que a primeira etapa se prendia com o preenchimento individual de um questionário cujo objectivo era conhecer quais os gostos, hábitos e algumas competências de utilização do computador, por parte dos alunos, bem como conhecer a sua opinião acerca das potencialidades do computador no ensino das diversas disciplinas e da Matemática em particular.

Não surgiram dificuldades no preenchimento do mesmo e o tempo destinado a esta tarefa também se revelou suficiente.

5.2. Exploração livre do Cabri-Géomètre

A segunda etapa consistiu numa aula de exploração livre do Cabri, onde os alunos, em pares, tentaram descobrir o máximo de funcionalidades do software, anotando-as numa folha de papel para posterior elaboração de um relatório, a entregar à professora, com as potencialidades encontradas (ver anexo XI).

Após a abertura do programa alguns alunos exclamaram "*Ai que giro!*". Assim, as primeiras reacções foram de admiração e espanto, que foram passando para entusiasmo à medida que iam surgindo as primeiras construções no monitor. Estas eram, de um modo geral, circunferências que os alunos manipulavam exclamando "*Isto cresce!*".

Como a excitação era muita, porque, afinal, nenhum deles tinha, ainda, trabalhado com um programa educativo nas suas diversas disciplinas e anos de escolaridade, e discutiam com o parceiro de grupo o que fariam em seguida e queriam fazer tudo ao mesmo tempo e chamavam os colegas para verem as suas construções, sugeriu-se, para que não se perdessem, que não passassem os 90 minutos a obter as mesmas construções, que explorassem os botões e anotassem as suas funções.

Mesmo assim, a professora decidiu intervir, esclarecendo algumas dúvidas em voz alta e passando, progressivamente, a prestar esclarecimentos particulares aos grupos. Tentou assumir o papel de observadora e facilitadora, interagindo com os grupos, quando por eles solicitado, partilhando conhecimentos e questionando de modo a conduzir o aluno à exploração de determinadas funções do programa.

Sugeriu-se que os alunos começassem por explorar o primeiro ícone, tendo, estes, seleccionado o ponteiro e tentado desenhar um objecto com ele, mas sem resultados. Surgiram as primeiras dúvidas e a exclamação "*Professora isto não serve para nada, só faz umas caixinhas que desaparecem!*". Explicou-se, então, que uma das funções do ponteiro era seleccionar objectos, para os apagar, copiar ou cortar para outros documentos.

A segunda dúvida surgiu porque os alunos pensavam que cada botão da barra de ferramentas tinha, apenas, uma funcionalidade. Poucos foram os que descobriram, de imediato, que, mantendo premidos os botões, se abria uma lista de ícones a seleccionar, pelo que a professora prestou esse esclarecimento.

Continuaram as construções e, sem querer, seleccionaram objectos com o ponteiro. Em pânico, exclamaram "*Professora, isto está tudo a piscar, o que é que fazemos*?". Novamente se voltou a explicar que, seleccionada a construção, basta um clique, na tecla delete, para a fazer desaparecer.

As construções passaram a ser mais organizadas – desenharam-se triângulos, mediram-se comprimentos, calcularam-se áreas e perímetros, manipularam-se polígonos e observaram-se as medidas a aumentar ou a diminuir consoante a manipulação.

Seleccionando a opção *cónicas*, alguns alunos construíram hipérboles e queriam mostrá-las, sem se lembrarem da sua designação, aos seus colegas, exclamando "*Olhem que figura gira!*". Chamou-se, então, a atenção para o facto de ser um gráfico por eles estudado anteriormente denominado de hipérbole, ao que alguns perguntam *"Não é o gráfico de uma função de proporcionalidade inversa?*", ao que a resposta foi afirmativa.

A atracção seguinte foi a descoberta da paleta de cores, que permitia modificar a tonalidade das construções. Regressou o burburinho, o entusiasmo aumentou, começando, os alunos, a fazer comparações com o Paint e perguntando "*Professora, onde está a borracha?*". Explicou-se que os programas são diferentes e que o Cabri-Géomètre, apesar de parecer um programa de desenho, é um software educativo, relacionado com a Matemática, mais propriamente com os conteúdos da Geometria e das Funções, em que as construções eram exactas e rigorosas permitindo efectuar conjecturas e prová-las. Ficaram esclarecidos e retomaram as suas explorações. Estavam animadíssimos, bastante agitados e de tanta emoção, por vezes riam sem parar dos resultados que obtinham.

Ainda na opção das cores, aprenderam a diferença entre a função *cor* e a função *preencher*, começando a colorir as construções, quer a nível de linhas, quer de fundo, experimentando mudar a espessura da linha e o seu traço, explorando, quase por completo, o último botão da barra de ferramentas.

De seguida, uma nova e pertinente questão é colocada "*Professora o que é uma planilha?*". Explicou-se que era uma tabela que podia ser utilizada para colocar os valores que precisassem ou que quisessem comparar. Por exemplo, para a construção de um gráfico, era habitual utilizar-se uma tabela. Para comparar resultados entre duas figuras a tabela era uma ferramenta preciosa.

A descoberta seguinte foi espantosa e provocou diversas exclamações de entusiasmo. Os alunos construíram polígonos regulares de *n* lados e observaram que, ao realizarem a construção podiam escolher o número de lados rodando o polígono. Estes aumentavam ou diminuíam dependendo do sentido escolhido. A atracção foi o aumento dos lados dos polígonos de modo a obterem estrelas. Ficaram fascinados, pintaram-nas, manipularam-nas, construíram outros polígonos no seu interior e iam exclamando "*Que espectáculo!*".

Apesar de se encontrarem em grupos de dois, todos os alunos foram explorando e dando o seu contributo para a descoberta do programa. Mesmos os alunos com maiores dificuldades na aprendizagem da Matemática revelaram interesse, empenho e entusiasmo na pesquisa e os, habitualmente, mais preguiçosos trabalharam, afincadamente, demonstrando o seu espanto pela existência de programas com estas características.

Chamou-se a atenção dos alunos para o facto de ser legítimo estarem-se a divertir com o programa mas que o objectivo era, também, o de descobrir potencialidades geométricas que posteriormente os ajudasse a resolver determinadas tarefas, pelo que, passados os primeiros quarenta e cinco minutos, começou a dar-se sugestões concretas de trabalho de modo a induzir o aluno à descoberta de certas funcionalidades do Cabri. Ficam tristes quando se pede para apagarem tudo o que estava no ecrã e o deixarem em branco.

Questionam "*Temos de apagar as nossas construções?*". Compreende-se que seja difícil porque, afinal, eram os seus trabalhos.

Apesar de os alunos manterem o controlo, a responsabilidade e imaginação, a professora adoptou uma postura mais directiva.

Assim sendo, a primeira indicação apresentada foi a de construírem um polígono, no máximo com oito lados, e determinarem a amplitude de um dos seus ângulos internos. A construção do polígono foi simples uma vez que já tinham descoberto esta potencialidade, mas a determinação da medida da amplitude de um ângulo interno gerou uma certa confusão porque, a maior parte dos alunos, pensava que bastava clicar no ponto que representava o vértice do ângulo e que, automaticamente, seria apresentado o resultado. Por tentativas e discussão da actividade, os alunos perceberam que eram necessários três pontos (o primeiro e o último pertencentes aos lados formados pelo ângulo, o segundo coincidente com o vértice do ângulo) para obterem a medida da amplitude do ângulo pretendido.

De seguida, foi-lhes pedido que assinalassem a marca de ângulo correspondente a um outro ângulo do polígono e clicassem sobre ela para verem o que acontecia. Esta tarefa tornou-se mais simples visto já saberem que necessitavam de três pontos do ângulo para fazerem aparecer a marca do mesmo. Ao clicarem sobre ela repararam que lhes era fornecida a amplitude do ângulo. Com a curiosidade própria da idade, observavam os trabalhos uns dos outros e repararam que as marcas não eram todas iguais, umas eram redondas e outras em forma de ângulo recto. Discutiram, entre eles, e chegaram à conclusão que, quando a medida da amplitude era de 90º a marca de ângulo era recta. De repente surgiu, mais depressa do que se esperava, a questão "*Professora, não consigo fazer um ângulo giro. É possível?*". Explicou-se, então, aos alunos, que o programa não apresentava essa função, porque assumia a medida da amplitude de 360º como sendo 0º e, deste modo, a marca de ângulo desaparecia.

Não fazendo parte da tarefa, mas porque, nestas idades, estar parado é impossível, alguns alunos descobriram os eixos e perguntaram se podiam fazer gráficos. Pediu-se, então, para marcarem os pontos de coordenadas (1, 1) e (-1, -1) e traçarem a recta que passava por esses dois pontos. Chegaram à conclusão que a recta marcada era $y = x$ e, para verificarem se a construção estava correcta, activaram '*coordenadas*' e '*equações*' para obter as coordenadas dos pontos e a equação da recta e observaram que coincidiam com as que tinham sugerido inicialmente.

Pediu-se, novamente, para limparem o ecrã, para construírem e explorarem '*rectas*'. Construíram duas rectas paralelas e uma perpendicular a essas duas. Outra dúvida surgiu porque, alguns alunos, pensavam que rectas perpendiculares tinham o mesmo significado que rectas concorrentes e que bastava serem oblíquas. Alguns alunos explicaram que não, que teriam de formar um ângulo de 90º. Procuraram as funções e traçaram as três rectas. De seguida, pediu-se para construírem, apenas, um segmento de recta, com o objectivo de observarem a diferença entre este e a recta, e descobrirem o ponto médio do mesmo. Ainda desconfiados das potencialidades eficazes do programa pegaram nas suas réguas, encostaram-nas ao ecrã e mediram o segmento para verificarem se o ponto médio, marcado pelo programa, coincidia com o determinado com a régua. Logo verificaram que era verdade. Pediu-se, então, para traçarem a mediatriz do segmento de recta. Observaram que a mediatriz passava no ponto médio, determinado anteriormente, o que não foi motivo de espanto porque sabiam a definição de mediatriz. Perguntou-se, então, sobre uma das propriedades da mediatriz, tendo, alguns alunos, respondido que um ponto da mediatriz distava, igualmente, dos extremos do segmento que ela dividia. Pediu-se que o confirmassem com o programa.

Ao seleccionarem a função da mediatriz repararam que existia outra função designada bissectriz, questionando se a poderiam utilizar. Perguntou-se quais seriam as condições necessárias para utilizarem a função da bissectriz, o que teriam eles de construir. Alguns responderam '*um ângulo*', mas outros questionaram se poderia ser uma recta. Uma vez elucidados, fizeram a construção e tiraram as suas conclusões, nomeadamente que a bissectriz dividia o ângulo em duas partes iguais.

Voltaram a apagar tudo, agora com menos tristeza porque tinham noção de que estavam a aprender novas potencialidades do programa. Pediu-se para construírem um triângulo e um ponto e um ângulo no seu exterior. A confusão foi geral porque não sabiam como marcar um ângulo no exterior do triângulo. Só tinham utilizado esta função no interior de um polígono construído. Explicou-se que bastava definirem dois segmentos de recta com a mesma origem, determinarem a amplitude do ângulo e manipularem os segmentos até obterem a medida pretendida. De seguida pediu-se para aplicarem uma rotação ao triângulo, segundo o ponto e o ângulo marcados. Ficaram um pouco baralhados mas, com algumas tentativas, lá conseguiram fazê-lo. Finalmente, pediu-se para construírem uma recta vertical e efectuarem uma simetria do triângulo em relação à recta. Agora, tudo foi mais simples, até porque, a maior parte dos alunos, tinha conhecimento do que era uma simetria. Determinaram-se, deste modo, dois novos triângulos iguais ao anterior por rotação e simetria. Pediu-se para aumentarem o triângulo inicial e observarem o que acontecia aos outros dois. Afirmaram, de imediato, "*O mesmo que ao triângulo inicial*". Um dos alunos questionou "*E podemos manipular um dos outros?*". Pediu-se para investigarem essa situação e concluírem.

Alguém olhou para o relógio e avisou "*Professora já passaram os noventa minutos*" e ouviu-se um coro de vozes *"Oh, já acabou? Porque é que as aulas mais divertidas passam tão depressa?*".

Terminou, assim, a primeira sessão prática com o Cabri-Géomètre, que foi muito produtiva e enriquecedora para o conhecimento do programa e futuras aprendizagens na disciplina de Matemática. De uma forma menos maçadora os alunos reviram conceitos e propriedades de anos anteriores.

Tal como referido anteriormente, os alunos tinham como tarefa de grupo elaborar um relatório sobre as funções e potencialidades descobertas no Cabri-Géomètre. Da análise do relatório conclui-se que, a grande maioria dos alunos, sabia que estava a explorar um programa de Geometria, que os iria ajudar na aprendizagem dos conteúdos desse capítulo e que a exploração se destinava à pesquisa das "capacidades" do programa, como se pode observar pelas figuras 26 e 27.

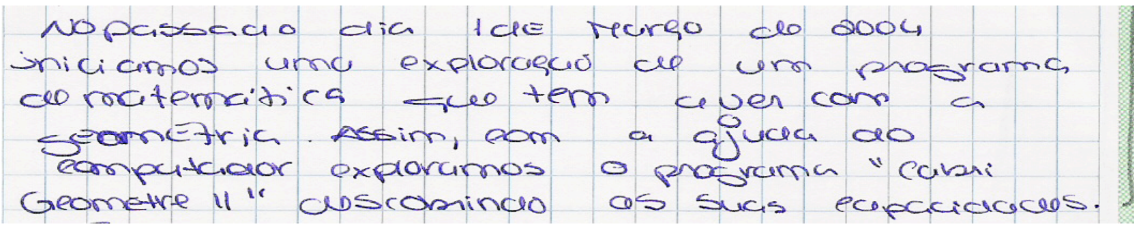

No passado dia 1 de Março de 2004
iniciamos uma exploração de um programa
de matemática que tem a ver com a
geometria. Assim, com a ajuda do
computador explorámos o programa "Cabri
Geometre II" descobrindo as suas capacidades.

Fig. 26. Excerto do relatório sobre as funcionalidades do Cabri dos alunos X13 e X18.

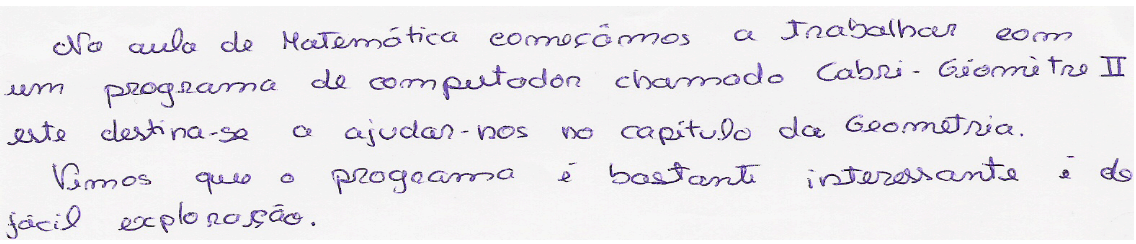

Na aula de Matemática começámos a trabalhar com
um programa de computador chamado Cabri - Géomètre II
este destina-se a ajudar-nos no capítulo da Geometria.
Vimos que o programa é bastante interessante e de
fácil exploração.

Fig. 27. Excerto do relatório sobre as funcionalidades do Cabri dos alunos X7 e X19.

Na exploração realizada pelos alunos, estes observaram que o Cabri-Géomètre permite construir pontos (ao acaso, sobre objectos, ou na intersecção de objectos), rectas, semi-rectas, segmentos de recta, triângulos, circunferências, polígonos regulares e irregulares. Por outro lado, referiram ser possível traçar a mediatriz de um segmento e a bissectriz de um ângulo. De seguida, indicaram outra das potencialidades do programa – a obtenção de medidas do comprimento do raio e do diâmetro de uma circunferência; do comprimento dos lados de um polígono; da área e do perímetro de polígonos; da amplitude de um ângulo qualquer. Acrescentaram, ainda, a possibilidade de colorir as figuras, colocá-las em movimento, aumentarem e diminuírem o seu tamanho, escolherem a espessura do traço e dos pontos. Concluíram referindo a capacidade do programa permitir a construção de um referencial cartesiano, gráficos e tabelas. Apenas um grupo referiu que este programa seria útil para resolver sistemas sem se ter de efectuar os cálculos, uma das matérias que menos gostaram e das mais trabalhosas. Exemplo do referido está documentado nas figuras 28 e 29.

Ficamos então a saber que este programa faz rectas, poligonos regulares e irregulares, triângulos, circunferências .. e ainda mede o raio, o diametro, o comprimento, a largura, o perimetro, a área e os ângulos.
Podemos colorir as figuras e pô-las em movimento e aumentar e diminuir o tamanho e escolher a espessura do traço.
Podemos também construir tabelas, gráficos e referências cartesianos.

Fig. 28. Excerto do relatório sobre as funcionalidades do Cabri dos alunos X13 e X18.

Relativamente ao seu funcionamento, conseguimos:
-> Marcar pontos (num sítio ao acaso, ou sobre algum objecto (circunferências, rectas, etc.));
-> Traçar rectas, segmentos, semirectas;
-> Desenhar circunferências;
-> " Polígonos regulares ou irregulares, estrelados ou triângulos;
-> Construir um Eixo Quartesiano;
-> " ângulos rectos, agudos ou obtusos, e colocar uma marca de ângulos, assim como o valor dos graus do ângulo;
-> Girar o triângulo em redor de um ponto;
-> Criar um Triângulo simétrico a um original;
-> Mudar a cor dos traços, ou preencher espaços com cores

Fig. 29. Excerto do relatório sobre as funcionalidades do Cabri dos alunos X7 e X19.

Para finalizar descreveram, de um modo muito sucinto, algumas tarefas, que lhes foram indicadas pela professora, para realizarem no Cabri-Géomètre, como se verifica nas figuras 30 e 31.

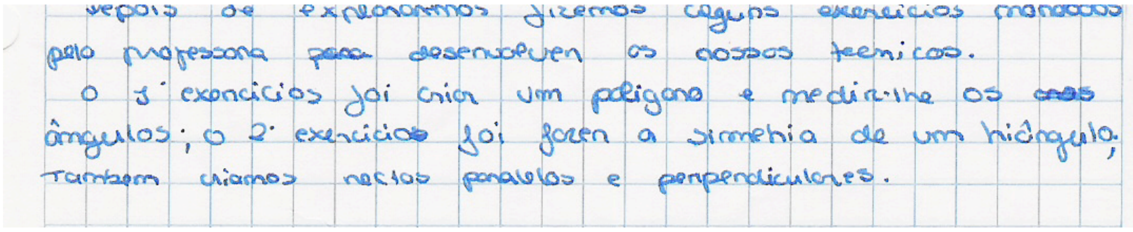

Depois de explorarmos fizemos alguns exercícios mandados pela professora para desenvolver os nossos técnicos.
O 1.º exercício foi criar um polígono e medir-lhe os ~~...~~ ângulos; o 2.º exercício foi fazer a simetria de um triângulo;
Também criámos rectas paralelas e perpendiculares.

Fig. 30. Excerto do relatório sobre as funcionalidades do Cabri dos alunos X8 e X10.

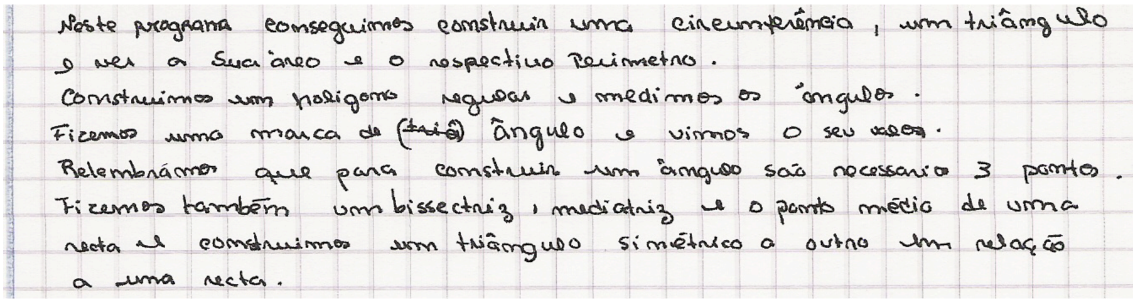

Neste programa conseguimos construir uma circunferência, um triângulo e ver a sua área e o respectivo perímetro.
Construímos um polígono regular e medimos os ângulos.
Fizemos uma marca de (~~...~~) ângulo e vimos o seu valor.
Relembrámos que para construir um ângulo são necessário 3 pontos.
Fizemos também uma bissectriz, mediatriz e o ponto médio de uma recta e construímos um triângulo simétrico a outro em relação a uma recta.

Fig. 31. Excerto do relatório sobre as funcionalidades do Cabri dos alunos X12 e X20.

As indicações dadas, para a elaboração do relatório, referiam apenas, como já se explicitou, que os grupos tinham de apresentar as funções e potencialidades descobertas no programa. No entanto, no final de cada relatório aparecia um pequeno parecer com a opinião do grupo sobre o programa. Assim, os alunos referiram ter ficado a conhecer o programa para poderem trabalhar nele sem dificuldades; que este programa seria muito importante na aprendizagem porque lhes iria incutir um maior interesse pela Matemática; que, no primeiro contacto com o Cabri-Géomètre, a exploração procedeu-se sem grandes dificuldades, visto este ser muito intuitivo; que, com este programa, teriam a possibilidade de aprender a matéria de uma forma mais agradável. Para terminar esta análise, cita-se a opinião de 3 grupos, que se consideraram curiosas (figuras 32, 33 e 34):

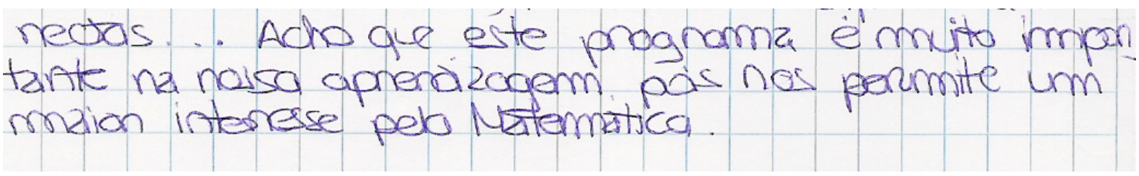

rectas. . Acho que este programa é muito importante na nossa aprendizagem, pois nos permite um maior interesse pela Matemática.

Fig. 32. Excerto do relatório sobre as funcionalidades do Cabri dos alunos X1 e X23.

Com este programa teremos possibilidade de aprender esta matéria de uma forma
mais agradável.

Fig. 33. Excerto do relatório sobre as funcionalidades do Cabri dos alunos X4 e X21.

Certamente fizemos, sem querer, algumas outras co
sas a que não ligámos muito, com a pressa de desco
brir o programa, mas verificámos que nos vai ajuda
e motivar-nos nesta matéria.

Fig. 34. Excerto do relatório sobre as funcionalidades do Cabri dos alunos X7 e X19.

5.3. Aplicação do pré-teste

Após a aula de exploração livre do Cabri que proporcionou, aos alunos, uma primeira visão geral das funcionalidades e potencialidades do programa, aplicou-se, individualmente, o pré-teste. Este estava dividido em duas partes, uma teórica e outra prática, com duração de 45 minutos cada. Assim, numa aula de 90 minutos, no primeiro bloco de 45 minutos metade da turma realizou a parte prática, nos computadores, recorrendo ao Cabri e a outra metade efectuou a parte teórica. No 2º turno, os grupos trocaram de posição. A professora esteve sempre presente na sala dos computadores onde decorreu a realização da parte prática enquanto que a Directora de Turma acompanhou as sessões da parte teórica, numa outra sala.

5.4. Abordagem da Unidade Didáctica

Dando continuidade ao estudo seguiram-se, depois da execução do pré-teste, as sessões relativas à abordagem da Unidade Didáctica "Circunferência e polígonos: rotações".

Essencialmente por motivos de ocupação da sala de informática a Directora de Turma disponibilizou a aula de Estudo Acompanhado para a realização das tarefas no computador. Tais sessões práticas, como se pode ver no quadro 5, decorriam em blocos de

90 minutos. De acordo com a planificação, num primeiro momento os alunos resolviam, em pares ou a três, as fichas de trabalho, por recurso ao Cabri-Géomètre e, no final de cada actividade, procedia-se à apresentação e discussão dos processos e resultados encontrados.

Estava pensado que, cada grupo, rotativamente, apresentasse a sua forma de resolução que era discutida entre todos. Discutia-se, ainda, formas alternativas de resolução e/ou soluções.

Terminava-se com uma síntese, conjunta, dos principais conceitos.

Como se verá no capítulo seguinte, estas intenções acabaram por sofrer alguns atropelos, pelos motivos que aí se explicitam.

Intercaladamente à realização das últimas 3 fichas de trabalho realizaram-se 3 aulas, sem recurso ao computador, que envolviam os conteúdos da Unidade Didáctica a abordar. Nestas aulas a professora tirou dúvidas, aos alunos, decorrentes das sessões no computador e propôs-lhes algumas tarefas, a efectuar na aula, para consolidação da matéria abordada.

5.5. Aplicação do pós-teste

Findas as 7 sessões destinadas à abordagem da Unidade Didáctica "Circunferência e polígonos: rotações" aplicou-se, novamente, o teste, agora na modalidade pós-teste, um dos instrumentos de avaliação das aprendizagens dos alunos.

O pós-teste aplicou-se, à semelhança do pré-teste, dividindo-se a turma em dois grupos que realizaram, em paralelo, a parte prática, na sala dos computadores, recorrendo ao Cabri, na presença da professora e a parte teórica, numa sala de aula, na presença da Directora de Turma.

Relativamente à parte prática os alunos apresentavam as justificações na própria folha de teste e gravavam na disquete as construções realizadas no Cabri. No respeitante à parte teórica os alunos respondiam no próprio teste.

Apesar de se tratar exactamente da mesma versão anteriormente aplicada, os alunos não se terão apercebido, dado não terem feito qualquer comentário ao facto.

Os alunos, apesar de terem trabalhado com o Cabri em diversas sessões, o que lhes permitia sentirem-se adaptados à ferramenta e capazes de desempenhar o que lhes fosse proposto, apresentavam-se ansiosos e um pouco nervosos relativamente à realização do teste, principalmente, no respeitante à parte prática, uma vez que nunca tinha sido realizado um teste que recorresse a um software educativo.

Surgiram algumas dúvidas relativas a certos exercícios, que a professora foi esclarecendo, individualmente, mas não houve problemas ao nível do uso do programa. O tempo para a realização do teste ficou aquém das expectativas, revelando-se insuficiente.

5.6. Aplicação do Questionário Final

O estudo terminou com a aplicação do Questionário Final, aos alunos que participaram na experiência. Tinha como principal objectivo averiguar a opinião dos alunos relativamente à forma como foi abordada a Unidade Didáctica "Circunferência e polígonos: rotações", essencialmente no que se refere às potencialidades do Cabri-Géomètre.

Os alunos não apresentaram dificuldades no seu preenchimento e os 45 minutos destinados a esta tarefa revelaram-se suficientes.

6. Tratamento dos dados

Este subcapítulo prende-se com o tratamento dos dados obtidos através das diversas técnicas e instrumentos experimentais seleccionados para o desenvolvimento do estudo, principalmente: a observação directa; os questionários inicial e final; o teste, versões pré e pós; o registo vídeo e o diário.

Relativamente às respostas aos questionários estas foram alvo de um tratamento quer quantitativo, traduzido em forma de gráficos ou tabelas, produzidos no programa Excel, quer qualitativo, das respostas abertas, elaborando-se, de um modo geral, sínteses descritivas das principais opiniões dos alunos e, sempre que foi considerado pertinente apresentam-se excertos dessas respostas.

No que se refere aos dados obtidos através dos testes, versões pré e pós, e à semelhança dos questionários, foram tratados quantitativamente elaborando-se grelhas de classificação e gráficos comparativos dos resultados finais, produzidos no programa Excel.

Para além dos resultados obtidos por questão, e por aluno, avançam-se com médias e ganhos e perdas relativos no global e por componente teórica e prática.

Segundo D'Hainaut (1997) "o ganho relativo é "(...) o quociente entre o que o aluno aprendeu e o máximo que poderia ter aprendido", enquanto que a perda relativa é o "quociente expresso em percentagem, entre o que o aluno esqueceu e o que poderia ter esquecido" (Cabrita, 1998, p. 400).

Assim o ganho relativo:

> "é uma variável independente do ponto de partida "e como, para o mesmo nível inicial ele é proporcional à performance, pode considerar-se que esse ganho relativo é proporcional ao que pretende medir. Por outro lado, esta variável conduz, nas investigações pedagógicas, a resultados coerentes. É fácil de calcular e os seus valores são independentes do número de pontos atribuídos às provas. Os seus limites são bem determinados (0 e 100) e permitem comparações fáceis entre os resultados experimentais (...)"" (D'Hainaut in Cabrita, 1998, p. 400).

No entanto, as respostas a cada questão foram avaliadas também ao nível qualitativo, visto que, a maioria, exigia uma justificação ou conclusão dos resultados obtidos na prática. Deste modo, foram seleccionadas, para ilustrar o estudo, sempre que possível, algumas respostas, através de excertos que reproduzissem aspectos particulares ou mais gerais do pensamento e raciocínio, dos alunos, para a mesma questão.

No respeitante às aulas de abordagem da Unidade Didáctica "Circunferência e polígonos: rotações", todos os momentos foram filmados e foi feito, posteriormente, o registo de, nomeadamente, comportamentos, atitudes, interacções professor-aluno(s) e aluno(s)-alunos(s), privilegiando-se características de controlo, autonomia, responsabilidade, versatilidade dos alunos e papel assumido pelo professor, que se descreve de uma forma relativamente pormenorizada, utilizando-se, por diversas vezes, as palavras dos próprios alunos. Relativamente às fichas de trabalho, e dado tratar-se de um elemento fundamental de estudo para os alunos, não foi possível recolher e tratar a sua resolução.

Por vezes, foi utilizado o diário para apontar alguma situação pontual. No entanto, este instrumento não foi de grande relevância uma vez que, todos os momentos, estão registados em vídeo.

CAPÍTULO IV – ANÁLISE DOS DADOS RECOLHIDOS

Neste capítulo começa-se por explicitar a planificação da Unidade Didáctica e a análise do Cabri-Géomètre segundo o paradigma proposto por Squires & McDougall, anteriormente comentado. Passa-se a uma descrição da forma como se implementou a Unidade Didáctica evidenciando as alterações que a planificação inicial foi sofrendo com vista à avaliação do Cabri-Géomètre. Tal processo contará, ainda, com o cruzamento dos dados do teste e do Questionário Final. Posteriormente, serão analisados os dados provenientes do teste, versão pré e pós, independentemente e comparativamente, quer em termos de produto, quer em termos de processo. Termina-se este capítulo com a análise dos dados recolhidos através do Questionário Final.

1. O processo de análise do Cabri-Géomètre

Este ponto admite duas partes fundamentais: a planificação da Unidade Didáctica sobre a qual incidiu o estudo e a análise do Ambiente (Dinâmico) de Geometria Dinâmica – Cabri-Géomètre.

Embora se apresente, por uma questão de estrutura, de uma forma sequencial, estes dois processos aconteceram, como já se referiu, concomitantemente.

1.1. Planificação da Unidade Didáctica

Relativamente à planificação da Unidade Didáctica "Circunferência e polígonos: rotações" foram definidos os princípios a seguir, as competências a desenvolver, os conteúdos a leccionar, os métodos e estratégias a adoptar, os recursos a utilizar e o modo de avaliação a praticar, tendo em conta, principalmente, o público alvo a que se dirigia.

Assumiu-se, como princípio fundamental, que a 'práxis' fosse consonante com uma perspectiva construtivista da aprendizagem, principalmente nas variantes construcionista e construtivista comunal. Decorrente deste princípio, a professora, assumiria, principalmente, o papel de 'coach', 'investigadora' e 'facilitadora' da aprendizagem instigando a uma participação activa do aluno no processo de construção do conhecimento pela interacção com o artefacto e com os outros, numa lógica de partilha do saber.

No respeitante às competências pretendia-se:

- Desenvolver/Criar uma visão mais positiva da Matemática;
- Valorizar a importância da Matemática;
- Desenvolver a capacidade de resolver problemas, de raciocinar, conjecturar, argumentar, comunicar matematicamente, e interagir com os colegas e professor;
- Desenvolver a autonomia, o espírito crítico e a confiança em si próprio, a curiosidade e o gosto de aprender, bem como, o espírito de tolerância e de cooperação necessários ao trabalho de grupo;
- Utilizar o Cabri-Géomètre;
- Relacionar as amplitudes dos ângulos ao centro e ângulos inscritos com as amplitudes dos arcos correspondentes;
- Descobrir amplitudes de outros ângulos cujos lados intersectam uma circunferência;
- Relacionar arcos e cordas compreendidos entre cordas paralelas;
- Reconhecer que a tangente é perpendicular ao raio, no ponto de tangência;
- Justificar relações entre elementos de uma figura geométrica;
- Determinar a soma das amplitudes dos ângulos internos e a soma das amplitudes dos ângulos externos de um polígono convexo;
- Comparar propriedades das rotações, translações e simetrias axiais.

Relativamente aos conteúdos a abordar foram também seleccionados alguns temas de revisão essenciais à compreensão dos que se leccionaram na unidade. Assim os conteúdos a considerar foram:

- Posições relativas de rectas;
- Propriedades dos paralelogramos;
- Critérios de semelhança de triângulos;
- Circunferência e círculo;
- Mediatriz de um segmento de recta;
- Circunferência circunscrita;
- Ângulos ao centro e arcos correspondentes;
- Ângulo inscrito num arco de circunferência;
- Simetrias numa circunferência;
- Polígonos inscritos; polígonos regulares;

- Áreas de polígonos;
- Rotações;
- Isometrias.

Para atingir os objectivos a que nos propúnhamos foram adoptados os métodos e estratégias que se consideravam os mais convenientes, e que se apresentam sequencialmente:

- Exploração livre do Cabri-Géomètre por parte dos alunos, em pares, e registo das principais funcionalidades;
- Resolução individual de um teste (pré-teste) com uma parte de cariz mais teórico e outra de cunho mais prático, este último com recurso ao Cabri-Géomètre, principalmente, com a função de diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos;
- Resolução de 2 fichas de "revisão" e de 3 fichas incidindo sobre novos conteúdos, por parte dos alunos, em pares, suportada pelo Cabri-Géomètre;
- Apresentação, por um dos grupos de alunos (rotativo) da resolução de cada questão das fichas;
- Discussão, em grande grupo, sobre estratégias alternativas de resolução e/ou diferentes soluções;
- Síntese, colectiva, dos principais conceitos envolvidos;
- Resolução individual do pós-teste.

Os recursos utilizados para atingir os fins enunciados foram o Cabri-Géomètre, as fichas de registo, o teste, as fichas de trabalho e o quadro.

Relativamente à avaliação, inscrevia-se numa lógica formativa, distinguindo-se duas vertentes:

- Contínua, por observação do interesse, participação, dinamismo, cooperação, autonomia, comunicação e argumentação e pela resolução das fichas de trabalho.
- Sumativa, por análise do teste.

Paralelamente à elaboração da planificação da Unidade Didáctica procedeu-se à análise das funcionalidades e potencialidades do Cabri-Géomètre para averiguar da sua adequação à abordagem de tal Unidade Didáctica, nos moldes em que tinha sido pensada.

1.2. Análise do Cabri-Géomètre segundo o paradigma de Squires & McDougall

Concebido por uma equipa de matemáticos, informáticos e educadores matemáticos, que, só por si, pode ser uma garantia das suas qualidades técnicas, científicas e didácticas, o Cabri II, permite explorar diversos conteúdos matemáticos integrados no currículo, especialmente, ao nível da Geometria.

No entanto, importa submetê-lo ao processo de selecção ou análise, de acordo com o paradigma proposto por Squires & McDougall (1994, 2001), no que respeita à Unidade Didáctica em estudo – *Circunferência e polígonos: rotações* – e tendo em vista as características dos principais participantes na parte experimental da investigação – professora e alunos – e intenções da docente, explicitadas na planificação da Unidade Didáctica.

Poder-se-á, assim, também verificar da resistência de tal proposta ao A(D)GD em estudo.

1.2.1. Perspectiva de interacção '*designer*-professor'

A perspectiva do *designer* que esteve na base da concepção e criação do Cabri II, parece ser compatível com os princípios defendidos pela investigadora/professora, na planificação, nomeadamente: que o professor tem o dever e o direito de se assumir como um verdadeiro 'gestor do currículo'; que o aluno deve assumir um papel fundamental e activo no processo de construção partilhada do conhecimento não só na interacção com o próprio saber, mas na interacção com o próprio artefacto e com os 'outros' – colegas e professor; que as tarefas propostas devem ser desafiantes, de nível superior; que a avaliação deve ser uma parte integrante do próprio processo de ensino e de aprendizagem. Ver justificação de tal suspeição no ponto 1.2.2.

Importa ainda equacionar se o Cabri II poderá contribuir, realmente, para o desenvolvimento das competências que se definiram na planificação da unidade didáctica. O facto do Cabri, nomeadamente, permitir a representação geométrica dos objectos, a sua manipulação e exploração, evoluindo-se de um nível de concretização para um nível de abstracção; de um nível mais intuitivo para um nível mais formal; permitir o desenvolvimento de actividades de níveis superiores de complexidade e não só de meros exercícios rotineiros, associadas ao tipo de tarefas propostas nas fichas de trabalho, e permitir que o aluno exerça controlo sobre o software, leva-nos a crer que o Cabri poderá contribuir para, nomeadamente:

- Desenvolver/criar uma visão mais positiva da matemática e valorizar a importância desta área;
- Desenvolver a capacidade de resolver problemas, de raciocinar, conjecturar, argumentar, comunicar matematicamente, e interagir com os colegas e professor;
- Desenvolver a autonomia, o espírito crítico e a confiança em si próprio, a curiosidade e o gosto de aprender, bem como, o espírito de tolerância e de cooperação necessários ao trabalho de grupo.

Relativamente aos objectivos mais directamente relacionados com os conhecimentos geométricos, enunciados anteriormente, também somos em crer que o Cabri II permitirá a sua consecução pela abordagem dos conteúdos relacionados com a temática – "Circunferência e polígonos: rotações". De facto, pela própria natureza do Cabri II, este software permite que o professor os aborde pela ordem que pretende, com a profundidade desejada, e da maneira que considera mais adequada aos alunos visados.

O Cabri II dispõe das ferramentas e comandos necessários à construção dos respectivos objectos e figuras, cuja manipulação e exploração permite a conceptualização dos mais diversos temas e o desenvolvimento de competências transversais e associadas a esta temática. Possibilita, ainda, abordar conteúdos de revisão de matéria de sétimo e oitavo anos.

Iniciando pelas temáticas de revisão, aborda-se o paralelogramo e suas propriedades. O aluno pode construir a figura e, através da exploração desta, obter inúmeras informações a seu respeito. Por exemplo, dada a definição de paralelogramo como tendo 'dois pares de lados paralelos' coloca-se o desafio, ao aluno, para o desenhar. O Cabri II possibilita esta construção de um modo simples e intuitivo. Basta, para tal, traçar uma recta (ícone *rectas* e comando *recta*) e uma recta paralela à inicial por um ponto exterior à construída (através do ícone *construir*, comando *recta paralela*) obtendo-se dois dos lados opostos. De seguida efectuar o mesmo procedimento para os outros dois lados opostos. Para obter apenas o paralelogramo o aluno terá de o circundar com quatro segmentos de recta (ícone *rectas*, comando *segmento*) e esconder as rectas (ícone *desenhar*, comando *esconder/mostrar*). Por fim, poderá nomear os vértices através do comando *rótulo* do ícone *exibir* (figura 35).

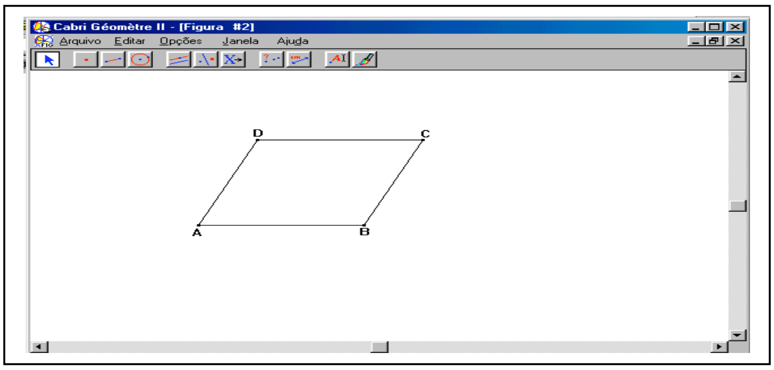


Fig. 35. Desenho de um paralelogramo construído a partir das suas propriedades.

De seguida, a figura pode ser utilizada para descobrir as propriedades do paralelogramo. Por exemplo, desenhando uma das suas diagonais (através do ícone *rectas*, comando *segmento*), o aluno pode explorar as figuras obtidas e estudar qual a relação entre elas, concluindo tratar-se de dois triângulos geometricamente iguais. Pode também medir os comprimentos dos lados do paralelogramo, manipular a construção e concluir que os lados opostos são iguais, tentando provar as suas conjecturas.

Para abordar o conteúdo sobre semelhança de triângulos diversas actividades podem ser realizadas, descrevendo-se uma de seguida.

Verificar se um dado triângulo (figura 36) é semelhante a outro definido pelas coordenadas dos vértices. Para tal, o aluno terá de utilizar o referencial cartesiano (ícone *desenhar*, comando *mostrar eixos*), assinalar os pontos (ícone *pontos*, comando *ponto*) e uni-los com segmentos de recta (ícone *rectas*, comando *segmento*). De seguida, o aluno irá explorar o triângulo, para verificar se são semelhantes, medindo os comprimentos dos lados, que podem estar ampliados ou reduzidos, através do ícone *medir*, comando *distância e comprimento*.

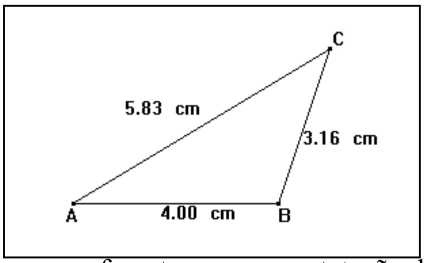


Fig. 36. Triângulo inicial como referente para a constatação da semelhança de triângulos.

Podem-se abordar outros casos de semelhança de triângulos como, por exemplo, conhecidos dois lados de um triângulo e o ângulo por eles formado, pedir ao aluno para o construir e comparar com o triângulo inicial.

Apesar de o Cabri não permitir a medição de arcos, permite, nomeadamente, a construção e medição de um ângulo ao centro e de um ângulo inscrito no mesmo arco de modo a permitir estabelecer a relação entre estes dois, que poderá ser completada para o arco se se utilizar, por exemplo, um polígono regular inscrito numa circunferência como ilustrado pela figura 37.

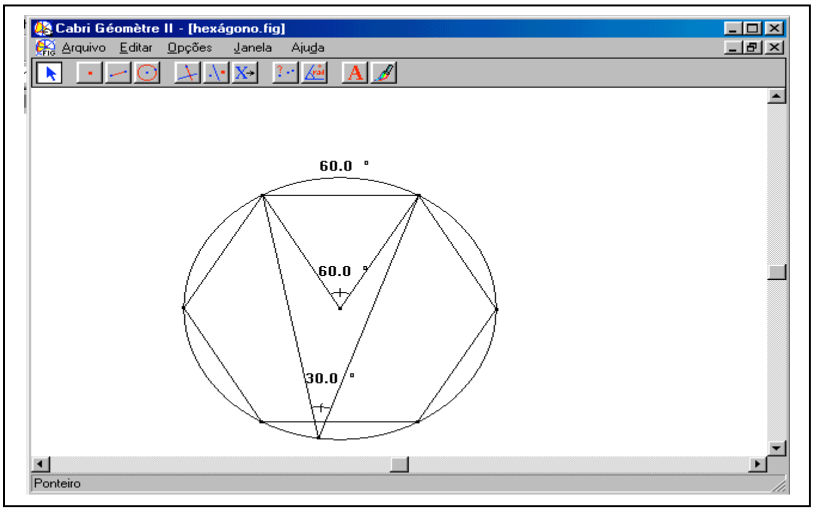


Fig. 37. Relação entre as medidas de amplitude de um ângulo ao centro, ângulo inscrito e arco correspondente.

Para obter esta construção selecciona-se o ícone *rectas*, comando *polígono regular*, construindo-se, por exemplo, um hexágono. De seguida escolhe-se o ícone *curvas*, comando *circunferência*, construindo-se uma circunferência cujo centro coincide com o centro do hexágono e que passa nos vértices do polígono. Com segmentos de recta (ícone *rectas*) desenham-se os ângulos e constroem-se as marcas de ângulo através do ícone *exibir*, opção *marca de ângulo*. A amplitude dos ângulos é obtida através do ícone *medir*, comando *ângulo*.

O Cabri II permite, através da construção de figuras, relacionar ângulos (ao centro ou inscritos), cordas e arcos correspondentes.

A figura 38 pode ser construída pelo processo anterior do hexágono elaborando-se, para o efeito, três desses polígonos de diferentes tamanhos. Depois de obtidas as circunferências e diâmetros escondem-se os polígonos, através do ícone *desenhar*, comando *esconder/mostrar*.

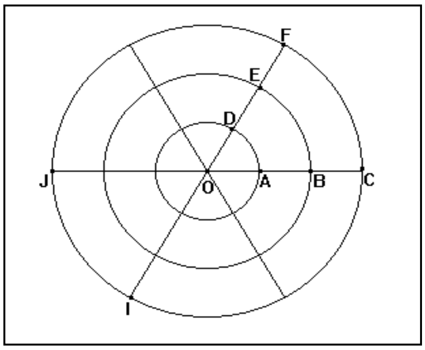


Fig. 38. Figura que permite relacionar ângulos, cordas e arcos correspondentes.

Com base nesta figura, o aluno poderá comparar a amplitude dos ângulos DOA, EOB e FOC, concluindo serem iguais, por se tratarem de ângulos geometricamente iguais. Comparam, de seguida, os arcos correspondentes, que têm a mesma amplitude e, por fim, podem comparar os comprimentos das cordas FC e JI. Para tal, marcam as cordas através de *segmentos de recta*, ícone *rectas*, e determinam o seu comprimento com o comando *distância e comprimento*, do ícone *medir*, verificando que também são iguais, retirando daí as respectivas conclusões.

No que se refere ao conteúdo sobre a tangente, também este pode ser abordado por recurso ao Cabri II, que proporciona actividades diferentes e, por vezes, inacessíveis com papel e lápis, como é o caso do exemplo que se apresenta retratado na figura 39.

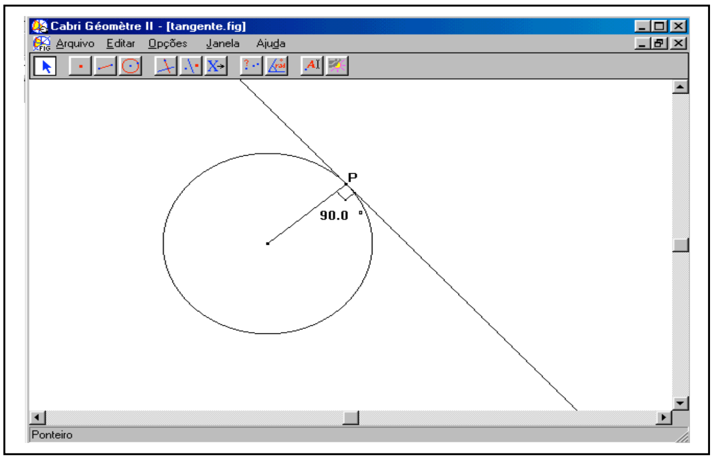


Fig. 39. Tangente a uma circunferência por um ponto desta.

Através da construção de uma circunferência (ícone *curvas*, comando *circunferência*), de um ponto P pertencente à circunferência (ícone *pontos*, comando *ponto*), e da tangente à circunferência nesse ponto – construindo o raio da circunferência que admite P como um extremo (ícone *rectas*, comando *segmento*) e de seguida, traçando a recta perpendicular ao raio que passa em P (ícone *construir*, comando *recta perpendicular*) – o aluno, por pesquisa, consegue concluir que a recta tangente a uma circunferência é perpendicular ao raio da circunferência no ponto de tangência, analisando a amplitude do ângulo formado (ícone *medir*, comando *ângulo*). No entanto, se se pretender que descubra quantas tangentes à circunferência são possíveis traçar por um ponto exterior à circunferência o Cabri poderá dar uma grande ajuda, como se exemplifica na figura 40.

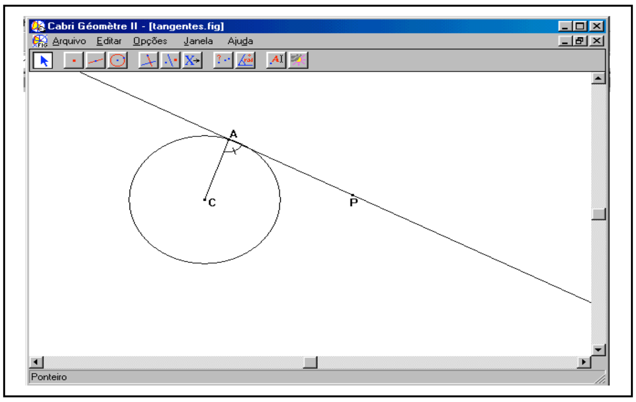


Fig. 40. Construção de base à determinação do número de tangentes à circunferência por um ponto exterior.

O aluno pode construir, exactamente com os comandos anteriores, uma circunferência, um ponto A pertencente à circunferência e um ponto P exterior à circunferência, traçando, de seguida, a recta que liga P a A, o segmento de recta que liga A a C (raio) e o ângulo PAC. Concluída a construção, o aluno pode mover, com o *ponteiro*, o ponto A sobre a circunferência e verificar quantas vezes o ângulo se apresenta recto, descobrindo que esta situação só acontece duas vezes, pelo que só existem duas tangentes à circunferência que passam por um ponto exterior à mesma.

O Cabri II permite a construção directa de polígonos regulares, como o hexágono. No entanto, devido à sua versatilidade, permite abordar o conteúdo dos polígonos inscritos em circunferências, sendo o aluno levado a construir o seu próprio polígono por esse meio, como se verifica na figura 41.

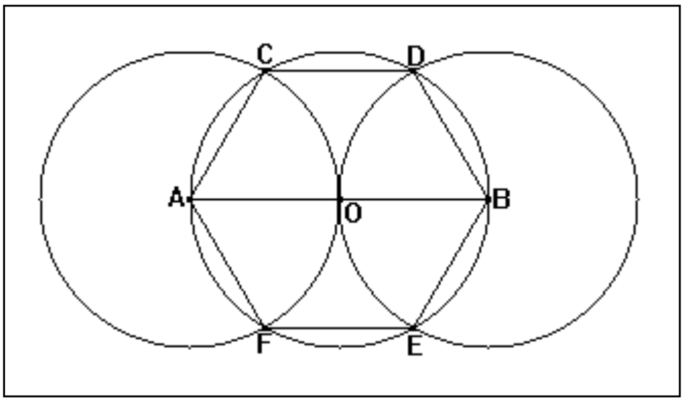


Fig. 41. Construção de um polígono inscrito na circunferência.

Neste caso, o aluno constrói um segmento de recta [AB] (ícone *rectas*, comando *segmento*), que será o diâmetro da circunferência; determina o ponto médio O, centro da circunferência através do ícone *construir*, comando *ponto médio* e constrói a circunferência de centro O que passa em A e B (ícone *curvas*, comando *circunferência*). De seguida, utilizando o mesmo processo, constrói a circunferência de centro em A que passa em O e a circunferência de centro em B que passa em O. Por fim une os pontos de intersecção das circunferências com segmentos de recta, ícone *rectas*, comando *segmento*, e obtém o hexágono, podendo, depois esconder todos os elementos auxiliares à construção, ícone *desenhar*, comando *esconder/mostrar*.

Desta figura, o aluno pode retirar diversas informações, das quais que o lado do hexágono tem a mesma medida de comprimento que o raio. Basta, para tal, usar o comando *distância e comprimento*, do ícone *medir* e determinar tais medidas, podendo manipular a figura para verificar se tal afirmação é válida para todos os casos. Pode, ainda, tentar justificar porque é que os lados do hexágono são iguais, verificando que [AC], [DB], [BE] e [FA] são raios das circunferências e provando para [CD] e [FE], terem a mesma medida de comprimento, com base no argumento que os triângulos [AOC] e [DOB] são equiláteros. No entanto, para que não restem dúvidas, poderá medir os comprimentos, ícone *medir*, comando *distância e comprimento*, e verificar que são todos iguais. De seguida, pode tirar conclusões acerca da amplitude dos ângulos internos do polígono usando o ícone *medir*, comando *ângulo* e procurar formular uma conjectura. Do mesmo modo, pode fazê-lo para os ângulos ao centro do hexágono. O Cabri II permite uma pesquisa completa de uma figura procurando relações, formulando e testando conjecturas. O aluno sente-se capaz de construir e investigar construções, descobrir e testar relações e propriedades e justificar o seu raciocínio.

Relativamente ao capítulo das isometrias, o Cabri II permite aplicar rotações, simetrias e translações a objectos desenhados. Contudo obriga o aluno a pensar quais os elementos necessários para realizar cada uma das transformações. Por exemplo, no caso da rotação, para além do objecto o aluno necessita de um ponto (centro da rotação) e da amplitude de um ângulo. Na translação necessita de um vector e na simetria axial de uma recta. Veja-se o exemplo da rotação de um triângulo [ABC], de centro O e amplitude 43º (figura 42). O aluno começa por construir o triângulo (ícone *rectas*, comando *triângulo*), definir os vértices A, B e C (ícone *exibir*, comando *rótulo*). De seguida, constrói o ângulo através de dois segmentos de recta (ícone *rectas*, comando *segmento*), e determina a sua amplitude (ícone *medir*, comando *ângulo*), podendo ajustar a medida consoante o que pretende. Tem ainda de marcar o ponto O (ícone *pontos*, comando *ponto*), num local do ecrã. Construídos os elementos necessários, aplica uma rotação de centro O e amplitude 43º, ao triângulo, realizada através do ícone *transformar*, comando *rotação*.

Efectuada a construção, o aluno pode comparar os comprimentos dos lados, a amplitude e o sentido dos ângulos da figura inicial e final retirando conclusões que podem ser verificadas quando manipulada a figura inicial e observando-se que todas as alterações desta se reproduzem na figura final. O aluno, através da construção no Cabri II, e da sua exploração, consegue concluir as propriedades da rotação, o mesmo acontecendo no caso da translação e da simetria axial.

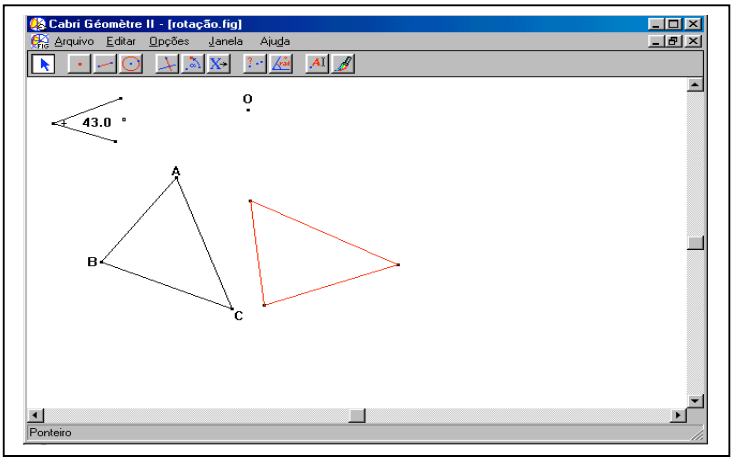


Fig. 42. Transformação de um triângulo pela rotação de centro O e amplitude 43º.

Deste modo, pode-se concluir que o Cabri II parece, através dos conteúdos que permite abordar, poder contribuir para a consecução dos objectivos formulados, permitindo ao aluno, através de construções, a elaboração de conjecturas geométricas e respectiva testagem e, consequentemente, uma compreensão mais efectiva da matéria.

De facto, dada a sua própria natureza, isto é, o facto de se tratar de um sistema aberto, e portanto não estruturado, permite que cada utilizador utilize estratégias diferentes de abordagem aos problemas externos que são propostos e que resolve por recurso às ferramentas do software mas sobre as quais tem que agir.

O facto de o feedback dado pelo software também não se traduzir em ‘certo’ ou ‘errado’ instiga à discussão, primeiro com os pares e depois com grupos mais alargados.

Também ao nível das estratégias pensadas para a abordagem desta unidade, a análise do Cabri II permite levantar fortes suspeitas de que é possível a resolução de fichas de “revisão” e de fichas de novos conteúdos, por parte dos alunos, em pares; a apresentação, por um dos grupos de alunos (rotativo) da resolução de cada questão das fichas; a discussão, em grande grupo, sobre estratégias alternativas de resolução e/ou diferentes soluções e a síntese, colectiva, dos principais conceitos envolvidos.

Utilizando esta ferramenta no ensino deve-se repensar a forma de avaliação a adoptar, e que parece permitir, que deverá ser, fundamentalmente, formativa, contemplando duas vertentes essenciais: o carácter contínuo privilegiando o interesse, a participação, a autonomia, a cooperação, a comunicação e a argumentação dos alunos e o carácter sumativo através de um teste de avaliação composto por duas partes, uma de cariz mais teórico e outra de cariz mais prático, esta última assente em tarefas que apelam à utilização do Cabri II.

1.2.2. Perspectiva de interacção ‘*designer*-aluno’

Atendendo à natureza e características do Cabri-Géomètre II, que parecem permitir ao aluno explorar, de forma dinâmica e activa, os conteúdos de aprendizagem, estabelecer relações e propriedades, conjecturar, tentar descobrir justificações para as suas hipóteses, construir de forma autónoma o seu conhecimento, pensa-se que a teoria subjacente a este software é a construtivista.

Por outro lado, o Cabri II parece possibilitar, ao aluno, total liberdade para seguir o caminho que pretende, sendo um participante activo, que realiza as suas tarefas, independentemente, por exploração de menus, aprendendo a estruturar o seu pensamento, a organizar os seus conhecimentos e a construir a sua aprendizagem, através da experiência.

De facto, ao invés da maioria do software educativo existente – que proporciona pouco ou quase nenhum controlo ao aluno, apresenta um nível de complexidade muito baixo e sem qualquer desafio, com conteúdos muito compartimentados, de forma atomizada, apelando à memorização de pequenos blocos de informação que surgem como independentes sem qualquer tipo de interligação, dando um feedback apenas de certo ou errado – o Cabri II parece permitir um elevado nível de controlo por parte do aluno e apresenta um nível de complexidade muito elevado, parecendo possibilitar a realização de tarefas complexas que abrangem todos os conteúdos que se apresentam de forma holística e global. Apesar de não disponibilizar informação sobre os diversos temas a abordar, os seus comandos parecem permitir a concretização de tarefas que envolvem os diferentes conteúdos e que levam os alunos a induzir propriedades e relações e a estabelecer interacções ricas que lhes permitem assumir a responsabilidade no processo de construção do conhecimento.

Pode, ainda, dizer-se que o Cabri II é um software que parece proporcionar elevados níveis de desafio intrínsecos às próprias actividades e não através de um simples feedback do tipo ‘certo’ ou ‘errado’.

Segundo Coelho (1995) ao manipular as construções, o aluno recebe um feedback imediato, ou seja, ao arrastar os elementos de uma construção o Cabri II proporciona um feedback visual essencial na procura de uma solução ou da sua validação. No entanto, é necessário que o traçado da construção esteja correcto, de modo que origine figuras resistentes ao arrastamento, que não se desmanchem perdendo as propriedades que as definem.

1.2.3. Perspectiva de interacção ‘professor-aluno(s)’

A utilização do Cabri II, em aula, parece permitir a adopção, por parte do professor, de métodos e estratégias de ensino e aprendizagem diferentes dos habitualmente praticados que passam, sobretudo, pela exploração e investigação, pelo aluno, do software e das construções realizadas com o objectivo de construir conhecimento. As fichas que estão na base deste trabalho devem propor tarefas atractivas, que apelem ao desenvolvimento do raciocínio, que permitam ao aluno explorar, estabelecer relações e conjecturas, testá-las, justificá-las, construindo, deste modo, conhecimentos de uma forma autónoma e responsável. Também parece permitir e até induzir o professor a estimular a discussão dos resultados, levando o aluno a comunicar e partilhar as suas ideias, descobrindo-se estratégias alternativas de resolução de um problema e/ou diferentes soluções.

O professor poderá, assim, assumir o papel de 'gestor' (do tempo, do espaço, das actividades, da discussão,...), de 'coach' (supervisionando determinado grupo enquanto os outros, autonomamente, vão avançando), de 'investigador' (do ambiente de sala de aula, das propostas didácticas que pensou, da reacção dos alunos,...) e de 'facilitador' das aprendizagens (não exercendo uma postura directiva mas sim de guia, não apresentando produtos mas alimentando os processos), por oposição a um professor que assume o papel principal no processo de ensino e de aprendizagem, fonte do saber, transmissor da informação que os alunos 'bebiam' passivamente.

O Cabri II parece permitir este tipo de postura.

O processo de avaliação do Cabri-Géomètre, junto dos respectivos participantes no estudo, permitirá confirmar ou negar as conjecturas estabelecidas no que à Unidade Didáctica em causa diz respeito e nas condições existentes e planificação pensada.

O Cabri II constitui assim, tal como as fichas de trabalho, os testes, o quadro, as fichas de registo, um poderosos recurso ao ensino e aprendizagem dos conteúdos matemáticos, permitindo abordá-los de uma forma dinâmica, possibilitando aprendizagens significativas e inovadoras.

2. O processo de avaliação do Cabri-Géomètre

Para se efectivar o processo de avaliação do Cabri-Géomètre cruzam-se os dados resultantes da observação das sessões, apoiada essencialmente, pelo registo vídeo e pelo diário, com a informação obtida através do teste e do Questionário Final.

2.1. Abordagem da Unidade Didáctica

Apresenta-se, de seguida, uma descrição de cada sessão com o intuito de explicitar como decorreu tal abordagem.

Na primeira etapa da 4ª sessão procedeu-se à reorganização dos grupos de trabalho, dado que uma das salas onde iria decorrer a experiência só admitia 10 computadores. Assim, a distribuição dos alunos foi feita de modo a existirem 8 grupos com dois elementos e 2 grupos com três. Explicou-se que, a partir desse momento, utilizavam sempre o mesmo computador para evitar confusões; falava um de cada vez, colocando o braço no ar, para que todos pudessem ouvir as dúvidas e a respectiva resposta e para que a professora pudesse ajudar todos; cada aluno teria sempre a sua ficha de trabalho, para escrever as conclusões obtidas, que serviria como material de estudo e, finalmente, que existiria uma disquete por grupo, para guardarem as figuras e ficheiros necessários.

De seguida, procedeu-se à entrega da ficha de trabalho n.º 1 (anexo V), cujo objectivo era, nomeadamente, recordar as propriedades dos paralelogramos, desta vez com recurso ao computador, utilizando o programa Cabri-Géomètre II.

A leitura do enunciado da primeira questão, que se prende com a definição de paralelogramo, gerou alguma discussão, uma vez que os alunos estavam esquecidos desta noção. Depois de alguns alunos pensarem nos casos particulares quadrado e rectângulo, um aluno referiu o caso geral de "*um rectângulo com dois lados oblíquos*". Deste modo, começaram a construção da figura. Tentaram desenhar rectas paralelas, sem auxílio do comando destinado a essa função tendo obtido aquilo que um aluno designou de *"linhas tortas*". De repente, um aluno exclamou, "*mas há um comando que faz rectas paralelas a outras dadas*", e todos os outros recordaram a aula de exploração livre no Cabri-Géomètre e construíram o paralelogramo. Entusiasmados com as construções e esquecidos de algumas funções carregaram na tecla delete para apagarem determinados objectos e eliminaram tudo. Explicou-se, então, que o correcto é utilizar-se a função '*esconder/mostrar*' do programa, para que pudessem, em qualquer altura, recuperar objectos escondidos ou eliminá-los do ecrã, mas nunca da construção.

Esta primeira tarefa foi muito demorada. Os alunos gastaram imenso tempo na construção do paralelogramo, o que inicialmente não estava previsto. No entanto, foi de grande importância para relembrarem algumas funcionalidades do Cabri II. Permitiu-nos também, tomar consciência que o envolvimento activo dos alunos na sua própria aprendizagem é um processo bem mais lento que o chamado 'método tradicional' em que o professor debita a matéria e o aluno escuta.

Por fim, dois grupos explicaram como obtiveram as suas construções. O primeiro construiu duas rectas horizontais paralelas e, de seguida, duas rectas verticais paralelas, enquanto que o segundo traçou duas rectas concorrentes e, de seguida, duas rectas paralelas àquelas. As construções dos restantes grupos eram idênticas, tal como os próprios referiram e a professora confirmou.

Passou-se à construção de uma das diagonais do paralelogramo e concluiu-se, em conjunto, que este ficava dividido em dois triângulos iguais porque um dos lados era comum e dois dos ângulos eram iguais, dado os lados correspondentes serem paralelos.

Com a ajuda do programa, mediram os comprimentos dos lados e as amplitudes dos ângulos e averiguaram que as afirmações anteriores eram verdadeiras. Para escreverem as suas considerações tentaram dar nome aos vértices do paralelogramo mas, rapidamente, descobriram que só poderiam utilizar a função '*rótulo*' se cada vértice estivesse definido por um ponto. Tentaram, de seguida, manipular o paralelogramo, aumentando-o e diminuindo-o, e verificaram que apenas alguns paralelogramos resistiam à manipulação. Após alguma discussão entre alguns grupos de trabalho conclui-se que só as construções que tinham sido iniciadas pela construção de duas rectas concorrentes eram alvo de manipulação. Alguns alunos perguntaram porque não lhes foi dada esta informação aquando da realização das suas construções e foi-lhes explicado que o objectivo era desvendarem, autonomamente, as regras do programa.

Quando se pretendeu provar que nem todos os quadriláteros que tinham os lados iguais dois a dois eram paralelogramos, sugeriu-se, aos alunos, a construção de um papagaio. Estes discutiram, nos seus grupos e, posteriormente, com outros colegas, concluindo-se que, no papagaio, os dois lados superiores eram iguais, assim como os lados inferiores. Tentaram imaginar em papel e foram expondo, no quadro, as suas ideias. Construi-se um segmento de recta, traçou-se a sua mediatriz, marcou-se dois pontos sobre ela, um acima do segmento de recta e outro abaixo, com distâncias diferentes a este, e uniram-se aos vértices do segmento. A construção, no Cabri, levou bastante tempo mas, no final, o entusiasmo e o conhecimento que parece ter sido construído foram gratificantes. Apesar do estudo se ter atrasado, foi importante dar tempo aos alunos para construírem, sozinhos, as suas figuras e chegarem às suas próprias conclusões.

Os alunos que levaram mais tempo a resolver as tarefas coincidiram com os que apresentavam maiores dificuldades de aprendizagem na disciplina. Por isso, foi importante permitir-lhes atingir os objectivos autonomamente.

No final da sessão um aluno questionou, "*não é possível verificar, com o programa, se os lados do papagaio são paralelos*?". Foi então que descobriram o comando "*paralelas*" e, utilizando-o, averiguaram que o texto apresentado corroborava as conclusões obtidas, os segmentos opostos não eram paralelos e, portanto, não se tratava de um paralelogramo.

Nesta sessão, a professora assumiu o papel de facilitadora da aprendizagem permitindo, aos alunos, trabalharem de forma autónoma, responsável e criativa nas tarefas propostas e na construção das figuras, moderou a discussão entre os grupos, no final de cada actividade realizada e prestou alguns esclarecimentos quando solicitada.

Antes da sessão seguinte a professora construiu um paralelogramo no Cabri-Géomètre e gravou-o nos computadores que os alunos iriam usar, uma vez que alguns dos construídos pelos grupos, na aula anterior, apresentavam falhas, desmanchando-se aquando da sua manipulação.

Nessa sessão, a quinta, concluiu-se a realização da ficha de trabalho n.º 1, alterando-se a estratégia de resolução e discussão dos exercícios planificadas. Esta mudança prendeu-se com o facto de alguns grupos resolverem os exercícios mais rapidamente que outros e ficarem à espera da discussão sobre o mesmo. Assim sendo, nesta aula, cada grupo efectuou as tarefas ao seu ritmo, questionando a professora quando necessário, a qual esclareceu as suas dúvidas e, só no final, se procedeu à discussão de todas as tarefas, em conjunto.

À medida que alguns grupos iam terminando a ficha, os grupos mais atrasados obtiveram o apoio dos colegas. Quando esta etapa terminou, passou-se à discussão da ficha questão a questão, seguindo-se a ordem das mesmas.

Relativamente à tarefa seguinte, que se prende com os ângulos opostos de um quadrilátero, depois de determinarem as medidas das amplitudes destes e de manipularem a figura, os alunos verificaram que os ângulos apresentavam as mesmas medidas de amplitude, visto serem de lados correspondentes paralelos. Recordaram esta definição da sessão anterior mas observaram, ainda, por manipulação do paralelogramo que, apesar dos lados aumentarem e diminuírem, não alteravam a sua posição logo, os ângulos teriam de se manter iguais.

Quanto à propriedade recíproca, "se uma figura tiver ângulos opostos iguais ela é um paralelogramo?", rapidamente foi negada pelos alunos que relembraram o papagaio construído na sessão anterior. Tinha dois ângulos opostos iguais, mas não era um paralelogramo. Assim, e por manipulação da figura, concluíram que as suas construções só seriam paralelogramos se tivessem os ângulos opostos iguais dois a dois.

No final, os alunos comentaram "*Professora este programa é muito útil porque não precisamos de estar sempre a construir figuras novas, como no papel. Para averiguar diferentes casos, basta manipular a figura construída e retirar as conclusões*".

A tarefa seguinte relaciona-se com os ângulos consecutivos de um paralelogramo. Inicialmente, os alunos determinaram as medidas das suas amplitudes e não conseguiram concluir nada. Apenas comentavam que eram diferentes. Pediu-se que fizessem associações e tirassem conclusões. Após alguma discussão, um grupo exclamou, "*professora a soma dos ângulos é 180º*". Quando se pediu o nome atribuído àqueles ângulos ficaram atrapalhados porque já não se lembravam. Só mesmo com ajuda da professora relembraram designar-se suplementares.

Relativamente à propriedade, que se coloca, de seguida, em questão: "se os ângulos consecutivos de um quadrilátero são suplementares dois a dois, o quadrilátero é um paralelogramo?", os alunos começaram por seguir a sugestão e construíram um quadrilátero em que os ângulos suplementares eram iguais dois a dois. A construção não foi fácil, mas após todos os grupos a terem terminado e, por observação, das diversas figuras obtidas, os alunos concluíram ser verdadeira a propriedade, pois obtiveram ângulos iguais dois a dois e ângulos iguais e paralelos, dois a dois.

Finalmente traçaram as duas diagonais do paralelogramo e determinaram o comprimento dos quatro segmentos de recta em que se dividiam, concluindo-se que eram iguais dois a dois. Investigaram qual seria o ponto de intersecção das diagonais e, após alguma reflexão por parte dos grupos e manipulações da figura, concluiu-se ser o ponto médio. Perguntou-se qual a designação que se dá quando as diagonais se intersectam no ponto médio mas, os alunos não se lembravam, pelo que a professora pediu para anotarem que o termo utilizado era bissectam-se. De seguida manipularam a figura para verificarem se a conjectura se mantinha e, para terminarem, provaram-no pela igualdade de triângulos.

Pela primeira vez apareceu a expressão 'justifica a tua conjectura' na ficha de trabalho e os alunos mostraram-se intrigados com o termo, pois nunca antes tinham ouvido tal expressão. Alguns afirmaram ser as respostas que davam às perguntas, mas não tinham certezas. Então, explicou-se que era provar uma hipótese formulada, porque enquanto não testassem a sua veracidade não poderiam afirmar ser verdadeira.

Construíram, ainda, o losango, à semelhança do papagaio, para provarem, juntamente com o quadrado e o rectângulo que, se as diagonais de um quadrilátero se bissectam, o quadrilátero é um paralelogramo. Ao obterem esta conclusão, rapidamente verificaram que estas figuras apresentavam todas as propriedades investigadas anteriormente para o paralelogramo. No entanto, procuraram determinar outras propriedades características de cada um deles, através de manipulações à figura. Descobriram, então, que, num quadrado, as diagonais são perpendiculares e iguais, num rectângulo são apenas iguais e num losango são perpendiculares.

Os alunos terminaram a ficha muito animados. A agitação inicial foi superada para dar lugar a uma aprendizagem motivada pela descoberta e exploração, com o auxílio do computador e do Cabri-Géomètre e, essencialmente, pela interacção entre os alunos e entre estes e a professora.

Na sessão seguinte, a sexta, deu-se início à exploração da ficha de trabalho n.º 2 (anexo VI) relativa aos triângulos e suas propriedades, tendo-se retomado a forma de trabalho da 5ª sessão, visto que o rendimento desta se tinha revelado elevado e os alunos discutiam as suas construções e conclusões com maior facilidade.

Os alunos começaram por construir um triângulo, de vértices A, B e C, marcaram os ângulos internos do mesmo e determinaram as medidas das suas amplitudes. As construções ainda foram demoradas, apesar dos alunos já demonstrarem destreza ao nível dos comandos do Cabri.

Pediu-se para manipularem a figura e registarem as relações observadas entre os ângulos. Alguns alunos não conseguiram efectuar a manipulação, visto terem construído os seus polígonos na opção "polígono regular". Em resposta à pergunta "*Professora porque é que o nosso polígono não deixa mover apenas um vértice*?" explicou-se que teriam que utilizar outro comando para construir a figura porque com esse só se poderiam ampliar ou reduzir as figuras.

Para retirarem as primeiras conclusões foi necessário relembrar a definição de ângulos agudos e obtusos. De seguida, os alunos observaram que, quando o triângulo tem um ângulo obtuso, os outros dois terão que ser, obrigatoriamente, agudos, mas que é possível ter três ângulos agudos no mesmo triângulo, justificando as suas conjecturas pela soma dos ângulos internos de um triângulo.

Depois, manipularam a figura transformando-a num triângulo rectângulo e logo concluíram que só poderia existir um ângulo recto.

Tentaram movê-la para prosseguirem na resolução da ficha, mas não conseguiram porque as figuras '*desmanchavam-se*'. Assim, sugeriram a construção de um novo triângulo, que teria de ser construído através de duas rectas perpendiculares, para que o ângulo recto se mantivesse fixo.

Os alunos denotaram entusiasmo e motivação, principalmente por se sentirem livres na construção do seu conhecimento e porque estavam cada vez mais familiarizados com o programa, tendo resolvido a questão seguinte sem qualquer dificuldade.

Prosseguindo a tarefa, manipularam o triângulo para verificarem que o ângulo se mantinha fixo. Atribuíram medidas a um dos ângulos agudos e foram descobrindo a amplitude do outro. Fizeram experiências até que se chega ao resultado de 45º para cada ângulo, tendo-se concluído que se tratava de um triângulo isósceles porque, se dois ângulos eram iguais, então também os lados opostos verificariam essa igualdade.

Da construção retirou-se, ainda, a propriedade de que num triângulo rectângulo, a soma dos dois ângulos agudos é sempre 90º, porque a soma dos ângulos internos do triângulo é 180º.

De seguida foi-lhes indicado que construíssem um triângulo equilátero. Tentaram recordar as construções utilizadas nas aulas de Educação Visual, deram as suas sugestões, tentaram explicar os passos que tinham de dar, foram realizando algumas tentativas no computador, obtiveram, inicialmente, um triângulo isósceles e, de seguida, conseguiram obter o equilátero. Estando aptos a verificar outras propriedades, determinaram a amplitude dos ângulos que, tal como previram, mediam todos 60º. Averiguaram se os comprimentos dos lados eram iguais e, sem qualquer dúvida, o computador mostrou-o.

Para obterem as conclusões finais, determinam o comprimento dos lados de outros triângulos e verificaram que, ao maior ângulo corresponde o maior lado, que ao menor ângulo corresponde o menor lado e que a ângulos iguais correspondem lados iguais.

Manipularam as figuras e comprovaram as suas conjecturas, verificando que o recíproco também era verdadeiro.

Terminaram, assim, mais uma sessão, em que explorando em grupo, discutindo com a turma e pedindo esclarecimentos à professora, resolveram as tarefas que lhes foram propostas, realizando uma aprendizagem autónoma e significativa.

Na sétima sessão, os alunos retomaram o trabalho iniciado na sessão anterior e, concluíram a resolução da segunda ficha de trabalho. Partindo da segunda tarefa, na qual estava representado um triângulo e as respectivas medidas dos comprimentos dos lados, os alunos tinham, em primeiro lugar, de construir um triângulo definido pelas coordenadas dos pontos que representam os vértices. Foi a primeira vez que trabalharam com os eixos cartesianos do programa mas sabiam como apresentá-los no ecrã. No entanto, desconheciam a existência de uma grade, questionando *"Professora, e agora? Como marcamos os pontos? É de forma aproximada?*", pelo que se explicou como definir a grade. De seguida, marcaram os três pontos que estavam indicados na ficha e ligaram-nos por segmentos de recta obtendo um triângulo definido pelos seus vértices.

Esta tarefa tornou-se monótona para os alunos que, rapidamente, realizavam as suas construções e que tinham que aguardar para a sua discussão. Para ultrapassar esta situação, pediu-se aos grupos mais rápidos que fossem ajudar os colegas com mais dificuldades, mas sem lhes dar as soluções.

Terminadas as construções, discutiu-se a noção de triângulos semelhantes para que pudessem verificar se o triângulo dado e o construído eram, ou não, geometricamente iguais. Concluiu-se negativamente, determinando, com o Cabri-Géomètre, as medidas dos comprimentos do triângulo construído e comparando-as com as do triângulo dado.

De seguida, pedia-se que construíssem um triângulo geometricamente igual ao dado. Fizeram várias tentativas mas verificaram que a mais simples, neste caso, era com o auxílio do referencial e respectiva grade porque, se construíssem um segmento de recta, o medissem e o manipulassem dificilmente conseguiam acertar no valor exacto. Alguns alunos sentiram bastantes dificuldades nesta construção visto estarem a trabalhar com comandos que não lhes eram, ainda, familiares, pelo que se pediu aos colegas mais adiantados que os ajudassem sem, no entanto, lhes facultarem as respostas.

Na questão seguinte, propôs-se aos alunos a construção de um triângulo não geometricamente igual ao dado, mas com dois ângulos iguais. Começaram por determinar as medidas das amplitudes dos ângulos do triângulo anterior (geometricamente igual ao dado), para construírem o novo triângulo. Se os ângulos fossem iguais também os lados poderiam ser, mas como se pretendia que os dois triângulos não fossem geometricamente iguais teriam de obter reduções ou ampliações.

Prosseguindo a tarefa, os alunos mais adiantados foram induzidos a construir uma nova figura, semelhante à dada mas, neste caso, apenas sabendo a medida do comprimento de dois dos lados e a medida de amplitude do ângulo por eles formado. Fizeram diversas tentativas, discutiram com o grupo e com a turma e chegou-se à conclusão que tinham de construir os dois lados através de segmentos de recta, medi-los e manipulá-los até obterem o valor pretendido. De seguida, mediam o ângulo formado e manipulavam os lados até o ângulo apresentar o valor indicado. Acharam a tarefa divertida e tinham noção que, a cada sessão que passava estavam a evoluir nas suas aprendizagens e nas suas abordagens ao programa.

Para finalizar, pedia-se aos alunos para construírem um triângulo dadas as medidas dos três comprimentos dos lados. Esta construção tornou-se mais simples que as anteriores, porque os alunos traçavam os três lados e obtinham a figura por manipulação.

Após a construção das diversas figuras, compararam todos os triângulos construídos com o triângulo dado e concluíram quais os triângulos geometricamente iguais e quais os semelhantes. De seguida, verificaram o que acontecia aos ângulos dos triângulos construídos e concluíram que os ângulos mantinham a medida da sua amplitude, quer a figura fosse geometricamente igual, uma ampliação ou redução da dada.

Pediu-se uma síntese do trabalho elaborado, e os alunos descreveram os critérios de semelhança utilizados. Assim, por observação, manipulação e construção, conseguiram relembrar, por si, os três critérios de semelhança de triângulos.

Como a realização das tarefas anteriores ocupou mais tempo do que inicialmente previsto e, por se tratar de um passatempo/desafio, a professora decidiu avançar a última tarefa.

Na oitava sessão deu-se início à realização da ficha de trabalho n.º 3 (anexo VII). Como o 2ºperíodo lectivo estava quase a terminar e as construções das figuras demoravam muito tempo a professora resolveu construir, previamente, a figura desta tarefa fornecendo-a aos alunos. Tratava-se de um tiro ao alvo, composto por três circunferências, sendo as secções geometricamente iguais. Por outro lado, e pelas mesmas razões apresentadas, a professora viu-se obrigada a alterar o modo como decorriam as sessões, passando a adoptar uma postura mais directiva. Consequentemente, os alunos tomaram uma postura menos autónoma. A professora lia a tarefa e as instruções dadas, orientava a construção das figuras e, à medida que os alunos as iam realizando tiravam-se, de imediato, as conclusões.

Dando início à primeira tarefa, questionou-se os alunos sobre o tipo de ângulos representados na figura. As respostas foram variadas e incidiram em ângulos internos e externos. Entretanto, e por observação do título, um aluno respondeu, ‘*Ângulos ao centro*’. A professora, de imediato, pediu a justificação, ao que alguns alunos responderam que seriam ângulos com o vértice no centro da circunferência. De seguida, os alunos exploraram a figura de modo a encontrarem a relação existente entre os ângulos ao centro e os arcos correspondentes. Mediram, utilizando os comandos apropriados do Cabri-Géomètre, as amplitudes dos ângulos dados, mas não conseguiram medir os arcos. Questionaram-se uns aos outros e como ninguém tinha encontrado o comando que lhes permitisse executar a opção, perguntaram “*Professora, o Cabri não permite medir arcos?*”. Explicou-se que, nesta versão, a opção não estava, ainda, disponível e que teriam de raciocinar para descobrirem a resposta. Deram-se pistas. Como alguns já sabiam que os arcos eram todos iguais, porque todas as secções eram geometricamente iguais, deduziram, rapidamente, que bastava dividir 360º pelo número de arcos, obtendo-se 60º como medida de cada um, exactamente a mesma medida que tinham determinado para os ângulos ao centro. Assim, exclamaram “*Professora, as medidas são iguais!*” concluindo-se que a amplitude dos ângulos ao centro é igual à amplitude dos arcos correspondentes. De seguida, e usando os comandos do programa, procuram outros ângulos e arcos com a mesma amplitude. Mostraram-se um pouco confusos quando descobriram que todos os arcos, maiores ou menores, tinham a mesma amplitude, mas entenderam analisando a justificação de que, qualquer circunferência, independentemente do tamanho mede 360º.

Posteriormente, pediu-se para construírem duas cordas e verificarem a medida do seu comprimento. Alguns alunos observaram que as duas cordas tinham iguais medidas e deduziram que, tal como os arcos, também as cordas correspondentes a ângulos ao centro iguais, iriam ser iguais. Para confirmarem as suas conjecturas verificaram que as restantes cordas tinham o mesmo comprimento. Manipularam a figura e observaram que todos os comprimentos e todas as amplitudes aumentavam ou diminuíam na mesma proporção.

Logo, foi fácil estabelecer-se a propriedade que a ângulos ao centro iguais, correspondem arcos e cordas iguais e vice-versa.

Terminada a primeira tarefa e porque já começavam a ter alguma experiência com o programa, exploraram, individualmente, a segunda tarefa. Inicialmente começaram por reproduzir no Cabri-Géomètre a figura dada, onde estava desenhado um ângulo inscrito numa circunferência. A construção tornou-se confusa porque queriam desenhar figuras iguais à dada, mas não tinham medidas. Explicou-se que a figura era aleatória e que o objectivo era que cada grupo construísse um ângulo diferente, para que as conclusões fossem mais fiáveis. Surgiram algumas perguntas e comentários do tipo: "*Professora, é preciso desenhar a mediatriz para ficar tudo certinho?*"; "*Professora, o ângulo pode ficar torto ou tem de ficar alinhado com o centro?*". Mais uma vez se explicou que só tinham de construir um ângulo qualquer desde que fosse inscrito à circunferência.

Assim, e por observação do título da tarefa, descobriram que estes ângulos se designavam ângulos inscritos numa circunferência e, sem qualquer dúvida, justificaram que seria por terem o vértice sobre a circunferência. De seguida, construíram o ângulo ao centro que tinha o mesmo arco correspondente. A construção foi feita sem grandes dificuldades, e pretendia-se que os alunos estabelecessem a relação entre ângulos ao centro e ângulos inscritos no mesmo arco correspondente. Inicialmente, concluíram que nada tinham em comum mas, depois de uma análise mais detalhada e por comparação com as figuras construídas por outros grupos, verificou-se que as amplitudes ou eram o dobro ou metade, dependendo da perspectiva. A professora pediu-lhes, então, que formulassem a relação, ao que alguns alunos responderam "*A amplitude do ângulo inscrito é metade da amplitude do ângulo ao centro*".

A tarefa seguinte relacionou-se com um ângulo inscrito numa semi-circunferência. Propunha-se a construção de uma circunferência de diâmetro [AB] e de um ângulo inscrito na circunferência cujos lados passassem por A e por B. A construção tornou-se um pouco complicada. Os alunos tiveram dificuldade em ler as instruções e aplicarem-nas na prática. A professora foi respondendo aos pedidos de ajuda passo a passo. Após a obtenção da figura, questionou-se os alunos sobre a amplitude do ângulo inscrito construído. Um aluno respondeu de imediato, por observação da figura, que seria 90º. Perguntou-se porquê? Analisaram o ângulo e responderam ser um ângulo recto. A professora questionou como o sabiam, porque não se pode afirmar sem se ter a garantia do que se estava a dizer e deu-lhes uma ajuda, perguntando de que tipo de ângulo se tratava, ao que alguns alunos responderam '*inscrito*'. Questionou-se sobre a relação com o arco. Automaticamente, alguns alunos responderam que o ângulo tinha de amplitude metade do arco e, como este tinha 180º, o ângulo teria 90º. Pediu-se para o comprovarem com o programa. Fizeram as medições necessárias e conclui-se que qualquer ângulo inscrito numa semi-circunferência é recto e tem de amplitude 90º.

A tarefa quatro prende-se com o conteúdo "tangentes a uma circunferência". Assim, pediu-se aos alunos que construíssem uma circunferência e um ponto P sobre ela. Em seguida, os alunos tinham de construir a recta tangente à circunferência nesse ponto. A primeira dúvida foi na definição de tangente. Os alunos questionaram se poderia ser uma recta qualquer que passasse por P. A professora explicou que não, que só existiria uma recta tangente à circunferência que passasse no ponto P e que essa recta teria uma particularidade. Qual seria? Alguns responderam ser paralela ao centro, outros optaram por uma recta perpendicular ao centro. A professora questionou como seria essa construção possível, o que teriam de fazer, tendo um dos alunos respondido "*constrói-se o raio e de seguida a recta perpendicular ao raio*". Os outros, ouvindo esta hipótese, concordaram com ela. Fizeram então a construção começando por traçar o raio e de seguida a recta perpendicular ao raio a passar em P. Para confirmar se as duas rectas eram perpendiculares mediram a amplitude do ângulo por elas formado e observaram que media 90º. Através desta construção e da posterior manipulação concluiu-se que qualquer recta tangente a uma circunferência era perpendicular ao raio da circunferência no ponto de tangência.

Iniciaram então a última tarefa da ficha, que abordava ainda o tema das tangentes a uma circunferência. Propunha-se a construção de uma circunferência e de um ponto exterior à mesma perguntando-se, de seguida, quantas seriam as rectas tangentes à circunferência a passar pelo ponto exterior (Z). A resposta imediata foi '*infinitas*', mas após a construção e sua análise concluiu-se que seriam duas. Pediu-se para confirmarem, com o Cabri-Géomètre, mas através da construção de apenas uma recta tangente. Todos os grupos construíram o raio [OX] e, de seguida, uma recta que unisse o ponto Z e o ponto X. De seguida, mediram a amplitude do ângulo formado (OXZ) e em nenhum dos casos o ângulo era recto. Através da manipulação da figura conseguiram mover o ponto X de modo a obterem 90º. Pediu-se, então, que continuassem a rodar o ponto X sobre a circunferência e verificassem quantas vezes apareceria a amplitude de 90º. Concluíram que apenas mais uma, que era do lado oposto ao primeiro ângulo recto descoberto. Observaram as figuras dos outros grupos e averiguaram que se passava exactamente a mesma situação. Denotou-se um contentamento enorme por parte dos alunos que, através de construções suas, conseguiram provar a conjectura formulada. Comentaram que, deste modo, era mais fácil aprender porque conseguiam visualizar a matéria e confirmá-la através de construções feitas por eles próprios. Após este comentário a professora pediu que reflectissem como seria complicado demonstrar esta conjectura com papel e lápis. Depois de alguns minutos de discussão alguns alunos comentaram que o programa facilitava bastante pelo facto de se poderem manipular as figuras e verificar o que aconteceria quando se alteravam tamanhos e posições.

Contudo, a sessão não teve o carácter exploratório, criativo e responsável, por parte dos alunos, como se pretendia aquando da planificação do estudo, não só por razões de tempo, mas por inexperiência dos alunos na utilização de software educativo e por ser uma experiência piloto para a professora e respectivos alunos.

Na sessão nove deu-se início à realização da ficha de trabalho n.º 4 (anexo VIII), intitulada "Polígonos inscritos em circunferências". Na primeira tarefa, os alunos tinham de construir um hexágono inscrito numa circunferência, seguindo as instruções e através do diálogo com os colegas do grupo e de uma observação cuidada da figura desenhada na ficha, relembrando as construções idênticas que já tinham aprendido na disciplina de Educação Visual, completaram a tarefa – construíram a circunferência de centro A que passa em O e a circunferência de centro B que passava em O, designaram os pontos de intersecção das circunferências de C, D, E e F conforme a figura dada, e uniram os pontos por segmentos de recta obtendo o hexágono no interior da circunferência. Fizeram algumas comparações entre o modo de proceder no programa e na disciplina de Educação Visual, onde faziam a construção com régua e compasso. As construções eram a parte das tarefas que conduziam a uma maior interacção entre os grupos. Para a resposta às questões, solicitavam mais a professora.

Prosseguindo com a tarefa os alunos, utilizando os comandos próprios do programa, mediram o comprimento do lado do hexágono e o raio da circunferência, verificando que tinham o mesmo valor. Pediu-se para justificarem porque é que isso acontecia provando que os seis triângulos em que se dividia o hexágono eram equiláteros. Relativamente aos lados que eram raios, foi simples a justificação. Em relação aos outros a prova revelou um grau de dificuldade superior. Para facilitar a compreensão dos alunos a professora induziu à resposta, guiando os seus raciocínios. Como é natural, e porque o programa assim o permitia, os alunos fizeram a verificação determinando os comprimentos dos lados dos triângulos e chegando à conclusão que eram todos iguais. De seguida, pediu-se para determinarem a amplitude de dois ângulos internos do hexágono. Após a utilização do programa os alunos responderam 120º. Observaram as construções dos grupos vizinhos e averiguaram que, apesar dos comprimentos dos lados do hexágono serem diferentes dos seus, os ângulos mantinham-se iguais, como seria de esperar. Perguntou-se qual seria a amplitude de um ângulo ao centro do hexágono construído. Através do programa, construíram o ângulo ao centro e determinaram a medida da sua amplitude obtendo 60º. Questionou-se, então, porque daria esse resultado. Facilmente responderam, e porque já o tinham concluído na ficha anterior, que bastava dividir 360º por 6, uma vez que a medida da amplitude do ângulo ao centro era igual à do arco correspondente. Perguntaram se podiam seguir este raciocínio para qualquer polígono. A professora colocou a questão à turma, tendo alguns respondido não ser possível e que isso só aconteceria nos polígonos que ficassem inscritos numa circunferência. A professora acrescentou que isso se verificava nos polígonos regulares.

Na tarefa seguinte, a construção tornou-se mais complicada, visto que os alunos tiveram de construir, no Cabri-Géomètre, um pentágono inscrito numa circunferência, tendo-se sugerido a construção de um ângulo ao centro de 72º e da respectiva corda. De seguida, o raciocínio devia ser mantido para obter as outras cordas. Após algumas tentativas e interrogações à professora sobre as suas construções, alguns grupos chegaram à figura final. No entanto, outros houve que estavam com sérias dificuldades em o fazer. Assim sendo, a professora decidiu dar instruções até à parte em que o processo se tornou repetitivo e já não precisavam de mais auxílio. Quando terminaram, mediram os comprimentos dos lados do pentágono e verificaram que eram todos iguais, tal como queriam, porque a ângulos iguais teriam de corresponder cordas iguais.

De seguida, pediu-se para tentarem descobrir a fórmula que permite determinar a medida de amplitude dos ângulos ao centro de um polígono regular. Pensaram um pouco e, após discussão com o grupo e com a turma começaram a surgir algumas ideias. A professora sugeriu que comparassem o hexágono e o pentágono e aí tornou-se mais simples. Facilmente relembraram que no hexágono tinham dividido 360º por 6 e agora teriam de dividir por 5, logo a fórmula geral seria 360º a dividir pelo número de lados do polígono regular. Perguntaram, novamente, se esta fórmula só era válida para polígonos regulares, respondendo a professora que sim. Para que não restassem dúvidas, pediu-se que aplicassem a fórmula ao quadrado e ao triângulo, inscritos na circunferência, polígonos mais vulgares, e cujo valor do ângulo ao centro é conhecido por todos, concluindo que a fórmula estava correcta.

Na tarefa seguinte continuaram a trabalhar com o pentágono medindo a amplitude dos seus ângulos internos (108º) e, de seguida, propôs-se que descobrissem a fórmula que lhes permitiria determinar a amplitude do ângulo interno de qualquer polígono regular. Esta tarefa não foi fácil mas, através das indicações dadas foi superada. A professora começou por pedir que, partindo de um vértice do pentágono o unissem aos outros vértices. Posteriormente, os alunos observaram que o pentágono ficou dividido em três triângulos cujos ângulos internos, no seu conjunto, formavam os ângulos internos do pentágono. Assim, para obterem a soma dos ângulos internos bastava multiplicar 180º por 3. Questionou-se o que aconteceria se fosse um hexágono e, após alguma reflexão, verificaram que teriam de multiplicar 180º por 4 que era o número de triângulos em que ficava dividido. Uma vez descoberta a fórmula da soma das amplitudes dos ângulos internos ($180^{o} \times (n-2)$), para saber a amplitude de apenas um ângulo interno bastava dividir pelo seu total. Para verificarem que a fórmula estava correcta aplicaram-na ao hexágono, ao quadrado e ao triângulo.

Para finalizar, na última tarefa voltaram ao hexágono construído, uniram os vértices de modo a obterem seis triângulos, que já sabiam ser equiláteros. Pediu-se para marcarem a altura de um dos triângulos (chamada de apótema) e escreverem a fórmula do triângulo utilizando o apótema. Rapidamente alguns alunos disseram que seria a base a multiplicar pelo apótema e a dividir por dois. Questionou-se, então, qual seria a área do hexágono, ao que respondem seis vezes a área do triângulo. Complicando um pouquinho mais, pediu-se para exprimirem esta área em função do perímetro. Esta tarefa revelou-se difícil mas, com alguma ajuda, chegaram à solução de que a área do hexágono era igual ao perímetro vezes o apótema a dividir por dois. Questionaram se tinham de fazer todas aquelas contas com o programa ou se a função área lhes daria a resposta correcta. Explicou-se que, com o Cabri-Géomètre bastava accionar o botão '*área*' que ele, automaticamente, apresentava o resultado, mas que eles teriam de perceber de onde vinham os resultados.

Ficam surpreendidos com a capacidade do programa e com a sua rapidez e exclamam "*O Cabri é divertido e poupa-nos muito tempo. Pelo menos não precisamos de fazer estas contas todas!*", acrescentando "*Pois é, basta carregar num botão e temos logo a área!*".

Tal como descrito, a resolução das tarefas propostas nesta ficha foi bastante dirigida pela professora, o que não integrava os objectivos do estudo. No entanto, por razões já apontadas tornou-se necessário que a professora, por vezes, tomasse esta atitude.

Na última sessão do estudo prático, realizou-se a ficha de trabalho n.º 5 (anexo IX) cuja matéria abordada foi a da 'Rotação, simetria e translação'. Para desenvolver o tema pediu-se aos alunos que construíssem um polígono à escolha e um ponto O no seu exterior e lhe aplicassem uma rotação de centro O e amplitude 60º. Cada grupo desenhou o ângulo necessário, o polígono e o ponto exterior e, para que se tornasse mais simples a aplicação prática no Cabri-Géomètre, questionou-se o que era preciso para fazer a rotação. Alguns alunos responderam, uma figura, um ponto e um ângulo. Posto isto, a professora sugeriu que o fizessem no programa. Surgem dificuldades em alguns grupos porque, em vez de aplicarem a rotação ao polígono aplicaram-na apenas, a um dos pontos da figura e o resultado final foi também um ponto. Pediu-se para voltarem a repetir as instruções, mas tendo em atenção que iam aplicar a rotação ao polígono.

De seguida compararam as duas figuras quanto ao comprimento dos lados e às amplitudes dos ângulos e, após efectuarem as medições com os comandos do programa, observaram que todos os valores se mantinham, até mesmo o sentido dos ângulos. Relembraram, deste modo, o que era uma rotação, quais os elementos fundamentais para a sua aplicação e quais as características da figura final relativamente à inicial.

Pediu-se que fizessem o mesmo estudo para a simetria. Para tal, tiveram de construir uma recta e aplicar ao polígono uma simetria axial. Assim, construíram, ao lado do polígono, uma recta e activaram as funções do programa para aplicar uma simetria axial à figura. Por observação, concluíram que a recta funcionava como um espelho e que a figura se "tinha voltado ao contrário". Fizeram as comparações das figuras final e inicial, e através de medições, averiguaram que os comprimentos dos lados e as amplitudes dos ângulos se mantinham, mas que o sentido dos ângulos se tinha invertido.

Faltava, apenas, a translação que foi um pouco mais complicada porque os alunos não tinham a noção de vector. Pediu-se que, com o programa, desenhassem um vector, ficando surpreendidos por aparecer uma seta numa das extremidades. A professora perguntou o que significaria a seta, ao que responderam a direcção. Então explicou-se que um vector é sempre definido por um comprimento, uma direcção e um sentido explicitado pela posição da seta e que a figura se iria deslocar de acordo com estes elementos. Aplicaram assim, uma translação ao polígono segundo o vector desenhado e observaram que a figura se deslocou segundo o vector representado. Observaram os resultados dos outros grupos para verificarem que a deslocação nunca foi a mesma. De seguida, fizeram a comparação das medidas dos comprimentos dos lados e das medidas das amplitudes dos ângulos e concluíram que, tal como na rotação, todos se mantinham iguais, incluindo o sentido dos ângulos.

Acharam esta tarefa divertida e, mais uma vez, referiram a importância do programa para a obtenção das mais variadas soluções.

No final desta tarefa, o tempo destinado à realização da ficha já tinha terminado. Estando marcada para a aula seguinte a realização do teste, a professora deu a ficha por concluída, explicando que as tarefas números 3 e 4 eram passatempos/desafios que, poderiam ser realizados posteriormente.

2.2. Teste

A análise dos testes de avaliação foi dividida em duas partes, a primeira correspondente aos resultados, incidindo nos produtos, e depois nas estratégias de resolução da parte teórica, do pré e do pós teste, concluindo-se com a comparação entre ambos, e a segunda incidindo sobre a parte prática (produtos e processos) do pré e do pós teste elaborando-se, no final, a comparação entre eles. Termina-se com uma análise global dos dois momentos do teste.

2.2.1. Parte teórica

Relativamente à parte teórica do pré-teste os resultados obtidos foram bastante fracos – média de 4,5% – não ultrapassando os 9 pontos em 50 atribuídos (aluno X13) sendo na sua maioria inferiores a 5 pontos. Estes dados podem ser verificados na grelha de correcção (quadro 6).

Verifica-se, ainda, que os melhores resultados se situam entre 10 e 20% – o dos alunos X13, X22 e X7. De referir, ainda, que em 58% das questões os alunos registaram cotação zero e que as questões onde obtiveram melhores resultados foram as 5.1.1 com 27,5 %, a 1 com 10,3% e a 2 com 5%.

No entanto, há que destacar o esforço e empenho com que estes alunos realizaram o teste e a preocupação demonstrada pelo esquecimento de muitas noções abordadas.

Pergunta	1	2	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.2	3.3	3.4	4	5.1.1	5.1.2	5.1.3	**TOTAL**	**%**
Cotação Alunos	8	7	3	3	3	3	3	3	8	3	3	3	50	100
X1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8
X2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
X4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8
X5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	5	10
X8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	6
X9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X11	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
X12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	6
X13	4	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	9	18
X14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
X15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
X16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
X17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
X20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4	8
X22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	7	14
X23	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4	8
Total	19	8	0	0	0	0	0	0	4	19	0	3	52	104
%	10.3	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	27.5	0.0	4.3	2,3	4.5

Quadro. 6. Resultados do pré-teste parte teórica.

Para dar uma ideia, agora qualitativa, do desempenho dos alunos, nesta parte, descrevem-se os principais processos utilizados na resolução das tarefas.

Na primeira questão pretendia-se que os alunos colocassem na figura desenhada, as letras x e y, de modo que os ângulos correspondentes tivessem a medida da amplitude dada. A letra x correspondia a um ângulo ao centro e a letra y a um ângulo inscrito. Apenas

4 alunos – X1, X4, X7 e X13 – fizeram corresponder correctamente a letra x ao seu lugar e 5 – X1, X3, X4, X13 e X15 – a letra y. No entanto, das duas justificações apresentadas à questão, nenhuma se relacionava com a resposta correcta, pelo que os resultados obtidos podiam ter sido intuição ou acaso. O aluno X1 justificou a sua escolha do seguinte modo: "*Eu acho que os ângulos são assim identificados pois segui o raciocínio de um ângulo de 90º*", já o aluno X4 apresentou a seguinte justificação: "*escolhi este ângulo como x porque acho que tem um pouco menos de 90º, não chega a ser um ângulo recto. Escolhi este ângulo como y porque acho que é um ângulo de 40º, tem mais ou menos metade de x que tem 80º. Escolhi este ângulo como y porque este é um ângulo obtuso*".

Quanto ao segundo grupo, pretendia-se que os alunos relembrassem que a recta tangente a uma circunferência no ponto de tangência é perpendicular ao raio; que tratando-se de ângulos complementares, se um mede 65º o outro mede 25º e que estando o ângulo inscrito no mesmo arco do complementar do ângulo dado, então aquele admitiria a mesma medida de amplitude que o primeiro. Apenas 6 alunos (X9, X13, X16, X21, X22 e X23) descobriram e marcaram o ângulo recto, não apresentando nenhum cálculo adicional, e apenas 1, o aluno X11, determinou correctamente a amplitude do ângulo, mas não apresentou qualquer justificação, pelo que nenhuma das respostas se encontrava completa.

No terceiro grupo, era dado um pentágono regular inscrito numa circunferência e colocavam-se 6 questões: sobre a amplitude de um dos arcos da circunferência; a amplitude de um ângulo inscrito correspondente a dois arcos da circunferência; a amplitude de um ângulo interno de um triângulo; a área do pentágono, dados os comprimentos do lado e do apótema; a soma dos ângulos internos do pentágono e, por fim, a amplitude de um ângulo externo do pentágono. Nenhum aluno respondeu, correctamente, a este grupo tendo, a maioria, deixado o exercício em branco. Relativamente à alínea 3.1.1 o aluno X1 respondeu "*o ângulo AND é um ângulo recto. Assim, eu penso que o arco AE é de 100º*"; na alínea 3.1.2 o aluno X9 referiu que "*estas letras formam um ângulo obtuso*" e na alínea 3.1.3 o aluno X1 respondeu que o ângulo ACM "*é um ângulo de 40º por causa das circunferências*". Quanto à questão 3.2, os alunos X1, X3, X8, X10, X11, X19, X20 e X23 apresentaram a mesma resposta para calcular a área do pentágono: "$6 \times 4 = 24$". Na alínea 3.3 o aluno X13 referiu, relativamente ao pentágono, que "*a soma dos ângulos tem que ser de 180º - internos e 360º - externos*". Finalmente, na alínea 3.4, o mesmo aluno, respondeu que a medida das amplitudes dos ângulos do pentágono eram: *"externos – 36º; internos – 72º"*.

Em relação à quarta questão, em que se questionava sobre a medida da amplitude de um ângulo interno e de um ângulo externo de um polígono de 32 lados, apenas 1 aluno, X13, indicou, correctamente, a medida da amplitude do ângulo externo e respondeu errado à outra parte da questão: "*Os ângulos internos são 6º (180 : 32) e os ângulos externos são 11º (360 : 32)*". Todos os outros erraram completamente, (o aluno X4 respondeu "*360º : 32 = medida dos ângulos internos*" e o aluno X1 "45º") e/ou não responderam.

No último grupo pretendia-se que os alunos indicassem, da figura dada, pares de triângulos obtidos por simetria, rotação e translação. Seis alunos (X7, X8, X12, X21, X22 e X23) responderam correctamente sobre a simetria, de que são exemplo as respostas dos alunos X7 e X8: "*EDO e GCO*" e "*DHO e CHO*" respectivamente; 1 sobre a rotação (o aluno X22) referindo "*AEO e OGC*", mas nenhum sobre a translação apresentando respostas do tipo "*AEO e OBG*" – aluno X21 e "*DH e HC*" – aluno X14. Pode-se assim concluir que os alunos estavam esquecidos da maior parte das noções e que, noutros casos não foram capazes de raciocinar até atingirem a resposta correcta.

No pós teste e relativamente à parte teórica, os resultados de todos os alunos melhoraram bastante, não se obtendo, no entanto, classificações brilhantes – média de 38,1%. Diversos alunos da turma quase atingiram (5 alunos) e outros ultrapassaram (5 alunos) os 25 pontos em 50 atribuídos, destacando-se uma aluna, X21, que obteve 40 pontos nos 50 limite. As classificações obtidas podem ser observadas na grelha de correcção que se segue (quadro 7).

Na primeira questão, dos 23 alunos avaliados, 9 responderam correctamente assinalando os ângulos, com a medida da amplitude dada, no local certo e apresentando uma justificação adequada (figura 43); 2 responderam de forma errada; 8 deixaram a resposta incompleta, tendo apenas assinalado os dois ângulos, sem qualquer justificação, ou o ângulo inscrito e respectiva justificação ou o ângulo ao centro e sua justificação (figura 44). Finalmente, 4 alunos apresentaram as respostas muito incompletas só assinalando correctamente um dos ângulos.

Pergunta	1	2	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.2	3.3	3.4	4	5.1.1	5.1.2	5.1.3	TOTAL	%
Cotação Alunos	8	7	3	3	3	3	3	3	8	3	3	3	50	100
X1	5	0	3	0	0	1	3	1	4	3	0	3	23	46
X2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10
X3	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	5.5	11
X4	8	2	3	0	2	3	3	1	4	3	3	0	32	64
X5	5	4	3	0	0	1	0	0	4	3	0	3	23	46
X6	0	0	3	2	0	0	0	1	0	3	0	0	9	18
X7	8	1	3	2	0	0	0	0	0	3	0	3	20	40
X8	5	0	0	0	0	1	3	3	4	3	0	0	19	38
X9	2	2	3	0	3	0	0	0	0	3	0	0	13	26
X10	8	2	3	1	0	3	3	3	3	0	0	0	26	52
X11	5	0	3	1.5	0	0	0	0	0	3	0	0	12.5	25
X12	8	2	3	0	0	0	0	0	0	3	3	0	19	38
X13	8	1	3	3	3	0	3	0	0	3	0	0	24	48
X14	5	0	3	0	0	1.5	3	3	8	0	0	0	23.5	47
X15	5	0	3	0	3	0	0	0	0	3	0	0	14	28
X16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	8	16
X17	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	6	12
X18	5	1	3	1	3	2.5	3	0	8	3	0	0	29.5	59
X19	8	0	3	0	0	3	1	2	0	3	0	0	20	40
X20	8	0	3	0	3	1	3	2.5	7.5	3	0	0	31	62
X21	8	7	3	3	3	3	3	3	4	3	0	0	40	80
X22	3	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	3	12	24
X23	8	0	2	1	0	1	3	1	4	3	0	0	23	46
Total	121.5	22	56	14.5	20	21	31	20.5	50.5	60	6	15	438	876
%	66.0	13.7	81.2	21.0	29.0	30.4	44.9	29.7	27.4	87.0	8.7	21.7	19.0	38.1

Quadro. 7. Resultados do pós-teste parte teórica.

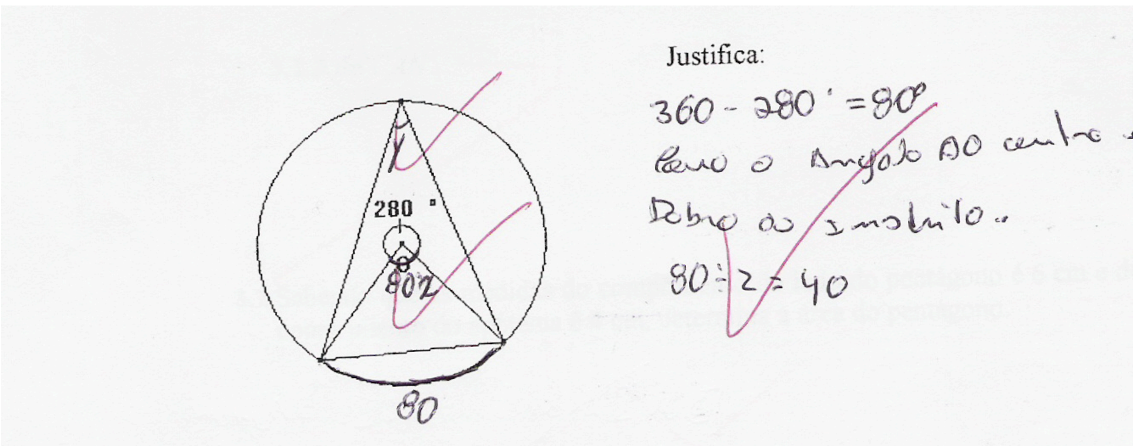


Fig. 43. Resposta do aluno X12 à primeira questão do pós-teste.

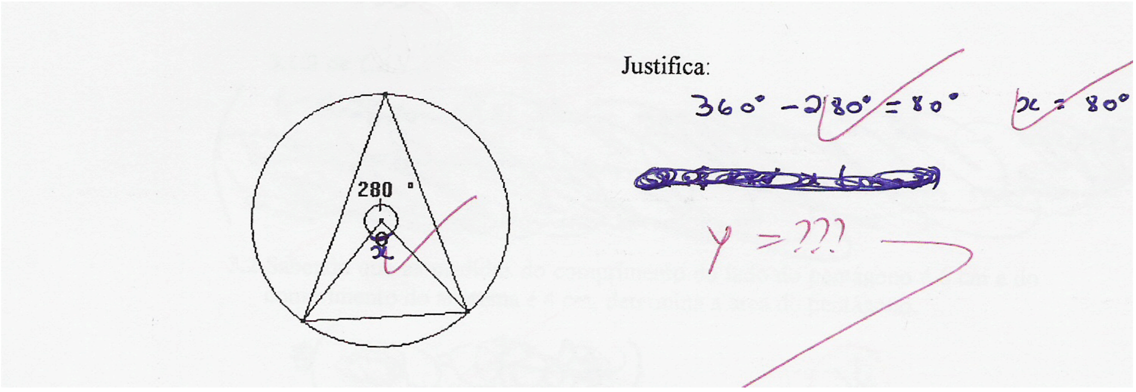


Fig. 44. Resposta do aluno X14 à primeira questão do pós-teste.

Relativamente ao segundo grupo, apenas 1 aluno conseguiu atingir todos os objectivos pretendidos e responder correctamente, observando que, se a recta era tangente ao raio, então o ângulo formado media 90º; se o ângulo dado media 65º então o que faltava tinha 25º e que estas amplitudes eram coincidentes no outro triângulo. Logo, o ângulo pretendido tinha, também, 25º (figura 45).

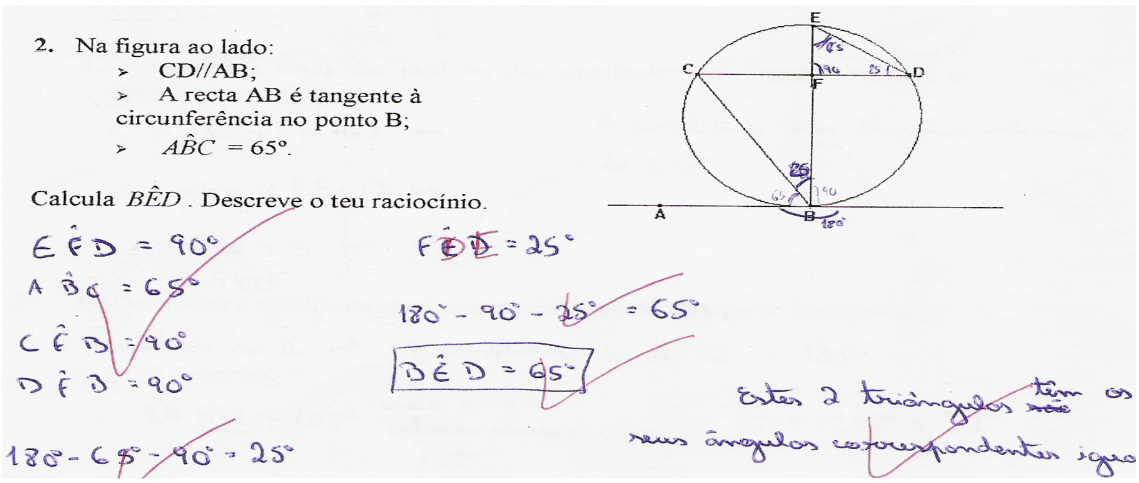


Fig. 45. Resposta do aluno X21 ao segundo grupo do pós-teste.

Dos restantes alunos, 14 deram a resposta errada ou deixaram a questão em branco; 1 deu a resposta incompleta marcando apenas os ângulos de 90º e concluindo, de imediato, que as medidas seriam coincidentes nos dois triângulos e 7 alunos responderam de forma bastante incompleta indicando o valor correcto mas não escrevendo qualquer justificação ou marcando os ângulos de 90º e/ou de 65º mas não retirando a conclusão final (figura 46).

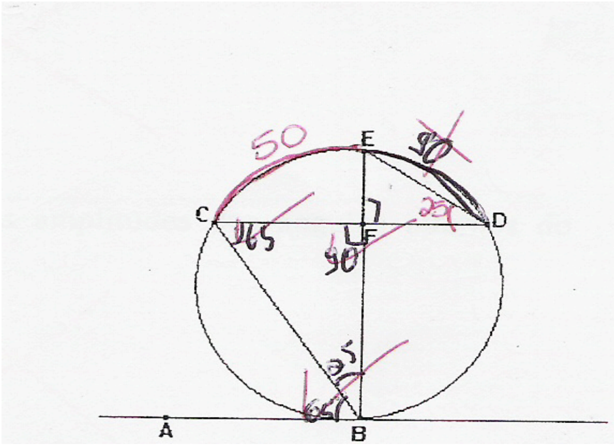


Fig. 46. Resposta do aluno X12 ao segundo grupo do pós-teste.

O terceiro grupo, está dividido em 6 questões. Na primeira (3.1.1) 18 alunos responderam correctamente apresentando os cálculos e as justificações necessárias à determinação da medida da amplitude de um arco de circunferência de um pentágono inscrito (figura 47); 4 responderam de forma errada ou deixaram a pergunta em branco e apenas 1 aluno indicou o resultado sem apresentar justificação.

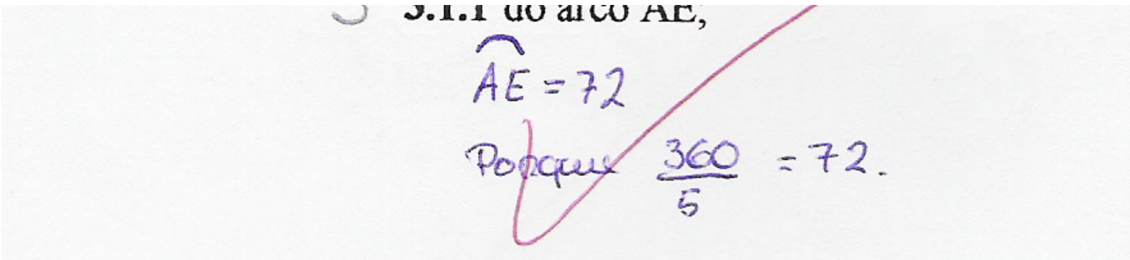


Fig. 47. Resposta do aluno X7 à primeira alínea do terceiro grupo do pós-teste.

Na segunda alínea (3.1.2), 2 alunos deram a resposta completa. Visto pretenderem determinar a medida da amplitude de um ângulo inscrito em dois arcos da circunferência, logo com 144º, dividiram-no por dois, por saberem que um ângulo inscrito mede metade da medida da amplitude do arco correspondente (figura 48).

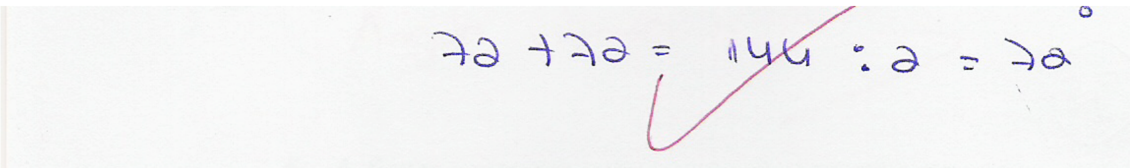


Fig. 48. Resposta do aluno X13 à segunda alínea do terceiro grupo do pós-teste.

Quinze alunos não responderam correctamente; 3 fizeram-no de uma forma incompleta somando as amplitudes dos dois arcos mas esquecendo-se de dividir por dois (figura 49) ou não justificando devidamente e, finalmente, 3 alunos respondem de forma muito incompleta.

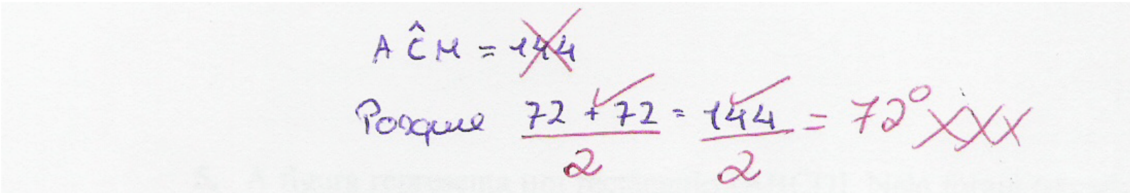


Fig. 49. Resposta do aluno X7 à segunda alínea do terceiro grupo do pós-teste.

Na terceira alínea (3.1.3) 6 alunos deram a resposta certa, apresentando dois tipos de raciocínio para determinarem a medida da amplitude de um ângulo. Num caso, utilizaram a relação do ângulo inscrito – um ângulo inscrito mede metade do arco correspondente – (figura 50) e, no outro, subtraíram a 180º o valor dos dois ângulos do triângulo já conhecidos (figuras 51). A maioria (16 alunos) respondeu de modo errado ou deixou a pergunta em branco e 1 aluno respondeu de modo incompleto.

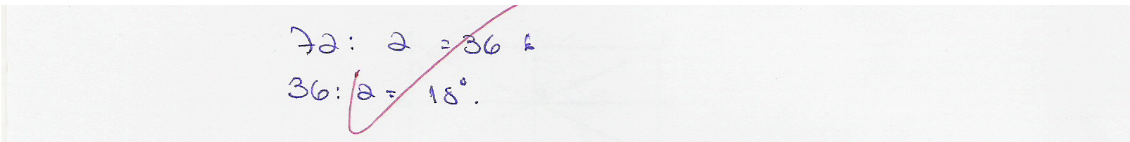


Fig. 50. Resposta do aluno X13 à terceira alínea do terceiro grupo do pós-teste.

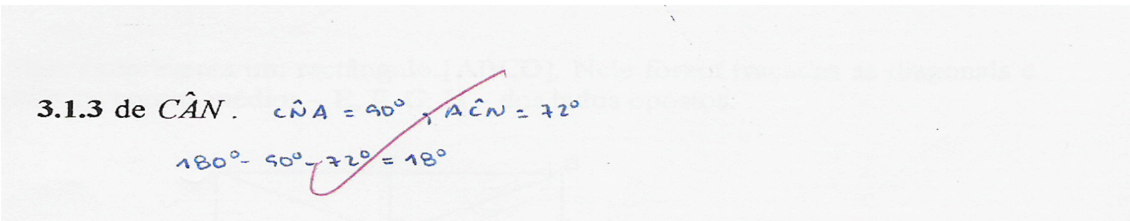


Fig. 51. Resposta do aluno X18 à terceira alínea do terceiro grupo do pós-teste.

Já na quarta alínea (3.2), 4 alunos responderam de forma acertada, calculando a área do pentágono como sendo cinco vezes a área de triângulos geometricamente iguais (figura 52).

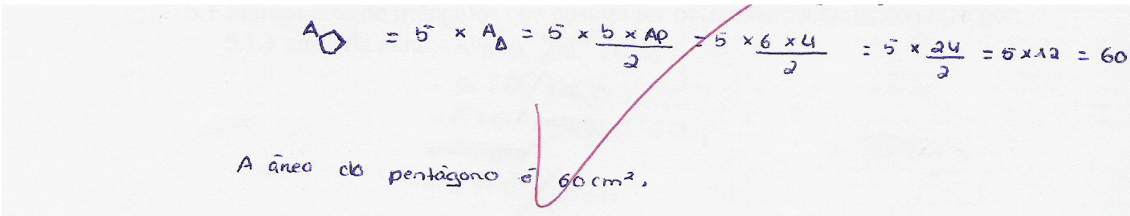


Fig. 52. Resposta do aluno X10 à quarta alínea do terceiro grupo do pós-teste.

Sete alunos responderam de forma incompleta, pois só calcularam a área de um dos triângulos (figura 53) e 12 alunos responderam erradamente ou deixaram em branco.

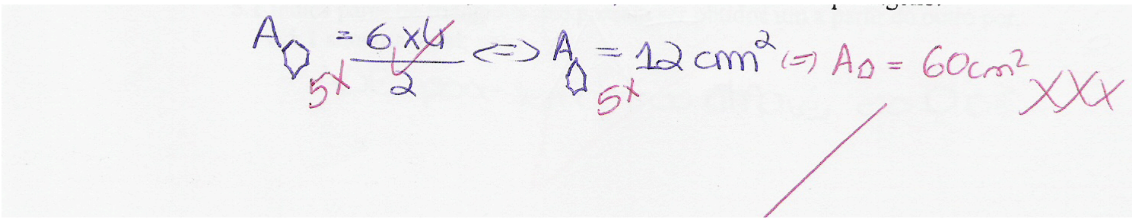


Fig. 53. Resposta do aluno X1 à quarta alínea do terceiro grupo do pós-teste.

Na alínea 3.3, 10 alunos deram a resposta correcta, determinando a soma dos ângulos internos, pela fórmula obtida e explorada em aulas anteriores, em que $S_i = 180^{o} \times (n-2)$ (figura 54). Apenas 1 o fez de forma muito incompleta e 12 não responderam bem ou deixaram por fazer.

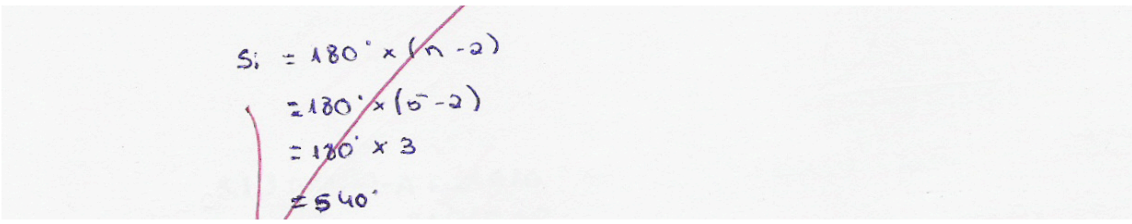


Fig. 54. Resposta do aluno X7 à quinta alínea do terceiro grupo do pós-teste.

Na última questão deste grupo, 4 dos alunos responderam de forma acertada, justificando através de dois raciocínios diferentes. Num caso, utilizaram a fórmula $\frac{360}{n}$ (figura 55). No outro caso determinaram, utilizando a alínea anterior, a medida da amplitude do ângulo interno e, de seguida, calcularam a diferença com 180º para determinarem a medida de amplitude do ângulo externo (figura 56). Dois alunos responderam de forma incompleta; 4 de forma muito incompleta e 13 alunos responderam errado ou deixaram por fazer.

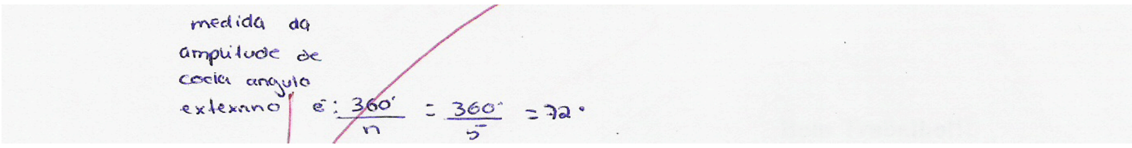


Fig. 55. Resposta do aluno X7 à sexta alínea do terceiro grupo do pós-teste.

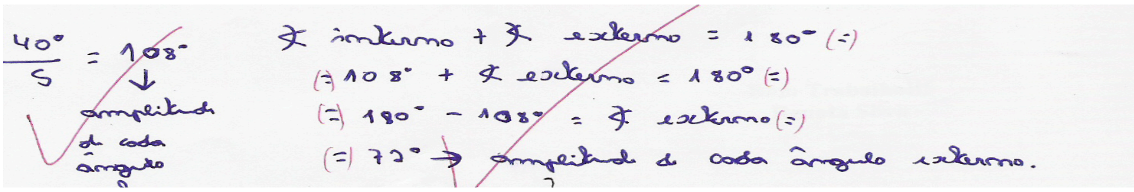


Fig. 56. Resposta do aluno X13 à sexta alínea do terceiro grupo do pós-teste.

No que se refere ao grupo quatro, 2 alunos responderam correctamente e de forma completa, determinando a medida da amplitude do ângulo externo e do ângulo interno por dois processos diferentes. Num caso, utilizaram a fórmula que permite determinar a medida de um ângulo externo de um polígono regular ($\frac{360}{n}$, n = número de lados do polígono) e, de seguida, a fórmula que permite calcular a soma dos ângulos internos ($180^{\circ}\times(n-2)$) dividindo posteriormente pelo número de lados do polígono (figura 57). No outro caso, o cálculo da medida da amplitude do ângulo interno foi igual, mas a do ângulo externo foi determinada pela diferença entre 180º e a medida da amplitude do ângulo interno (figura 58).

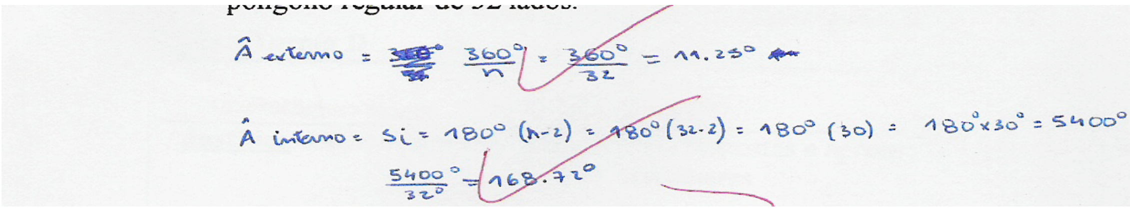


Fig. 57. Resposta do aluno X18 à quarta questão do pós-teste.

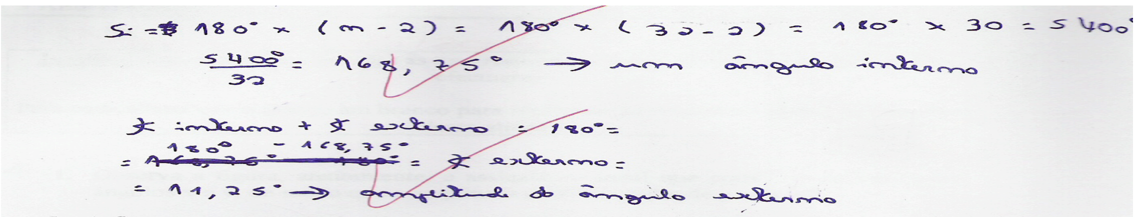


Fig. 58. Resposta do aluno X14 à quarta questão do pós-teste.

Oito alunos determinaram, apenas, uma das amplitudes dos ângulos pedidos, enquanto 13 alunos não responderam de modo correcto ou deixaram a questão em branco. Pelas respostas encontradas concluiu-se que alguns alunos fizeram confusão entre as noções de ângulo ao centro e de ângulo externo.

Por fim, no grupo cinco, relativamente à simetria apresentaram-se 20 respostas correctas (figura 59) e 3 erradas.

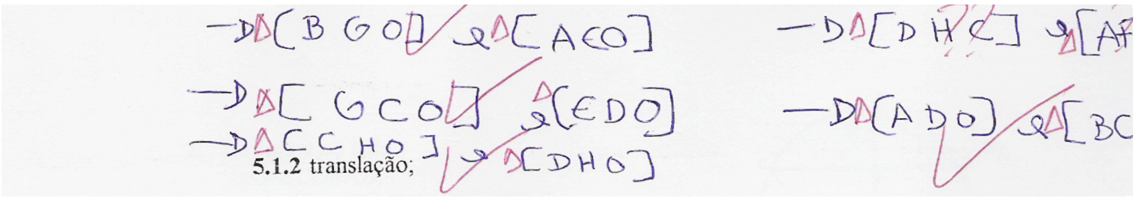


Fig. 59. Resposta do aluno X20 à primeira alínea do quinto grupo do pós-teste.

Na translação registaram-se 2 respostas correctas (figura 60) e 21 erradas.

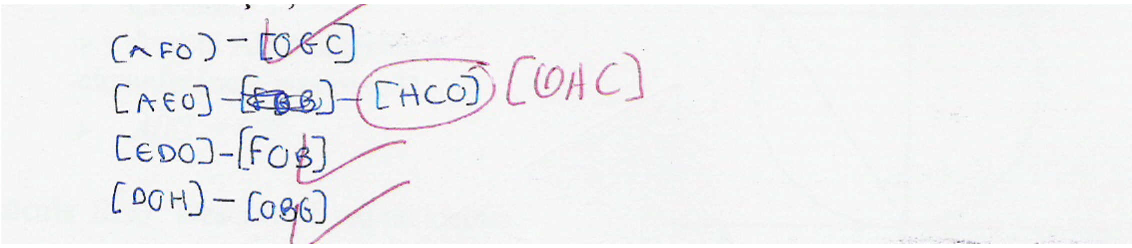


Fig. 60. Resposta do aluno X4 à segunda alínea do quinto grupo do pós-teste.

Na rotação, 5 alunos deram as respostas correctas (figura 61) e 18 erradas.

Fig. 61. Resposta do aluno X7 à terceira alínea do quinto grupo do pós-teste.

Fazendo a comparação entre o pré-teste e o pós-teste, concluiu-se que os resultados obtidos no pós-teste foram superiores aos apresentados no pré-teste; que os alunos deixaram menos questões em branco, sendo a qualidade das respostas bem melhor, existindo, para quase todas elas, uma justificação do raciocínio seguido ou apresentando as fórmulas utilizadas para alcançar o resultado. Os resultados podem ser observados no quadro comparativo que se segue (quadro 8).

Momento	**Pré-teste**				**Pós-teste**			
Tipo de resposta / Questões	**Correcta**	**Incompleta**	**Muito Incompleta**	**Incorrecta**	**Correcta**	**Incompleta**	**Muito incompleta**	**Incorrecta**
Q1	0	3	4	16	9	8	4	2
Q 2	0	0	7	16	1	1	7	14
Q 3.1.1	0	0	0	23	18	1	0	4
Q 3.1.2	0	0	0	23	2	3	3	15
Q 3.1.3	0	0	0	23	6	1	0	16
Q 3.2	0	0	0	23	4	2	5	12
Q 3.3	0	0	0	23	10	0	1	12
Q 3.4	0	0	0	23	4	2	4	13
Q 4	0	1	0	22	2	8	0	13
Q 5.1.1	6	0	1	16	20	0	0	3
Q 5.1.2	0	0	0	23	2	0	0	21
Q 5.2.3	1	0	0	22	5	0	0	18

Quadro. 8. Classificações obtidas no teste teórico (versões pré e pós) consoante o tipo de respostas às várias questões.

Para uma melhor visualização e comparação dos resultados obtidos pelos alunos no pré e pós teste teórico apresenta-se, de seguida, o gráfico ilustrativo da situação (gráfico 10).

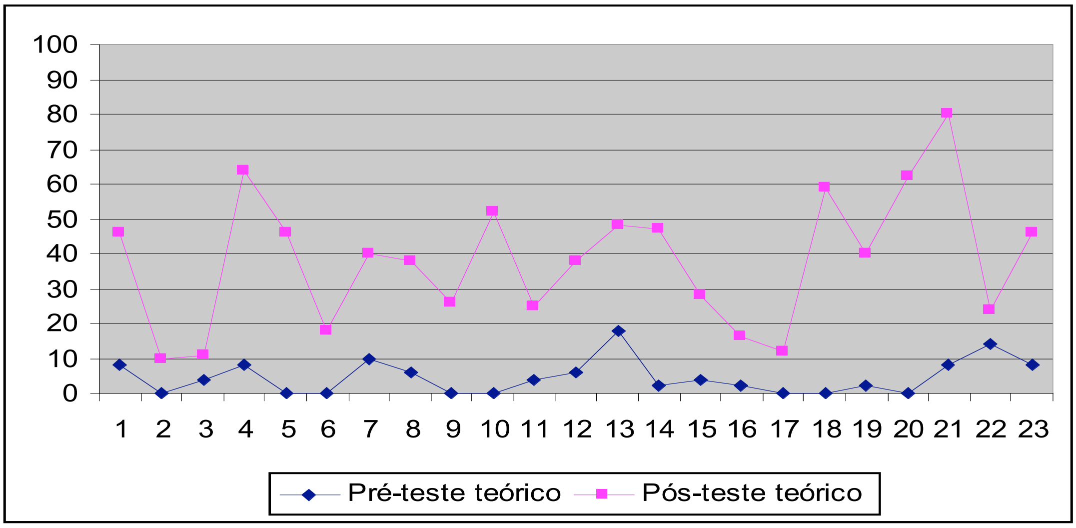


Gráfico. 10. Resultados obtidos nos pré e pós-teste teórico.

Como se pode observar, todos os alunos obtiveram melhores resultados no pós-teste do que no pré-teste.

Os ganhos relativos mais significativos (quadro 9) verificaram-se nos alunos X21 (78,3%), X20 (62%) e X4 (60,9%), enquanto que os menos interessantes foram registados pelos alunos X3 (7,3%), X2 (10%) e X22 (11,6%).

Relativamente às questões, verifica-se, agora, que aquelas onde se registaram as melhores pontuações (quadro 7) foram as 5.1.1 (87%), 3.1.1 (81,2%) e 1 (66%). As questões que parece terem-se revelado mais difíceis foram as 5.1.2 (8,7%), 2 (13,7%) e 3.1.2 (21%).

Alunos	Ganhos	Alunos	Ganhos
X1	41,3	X13	36,6
X2	10,0	X14	45,9
X3	7,3	X15	25,0
X4	60,9	X16	14,3
X5	46,0	X17	12,0
X6	18,0	X18	59,0
X7	33,3	X19	38,8
X8	34,0	X20	62,0
X9	24,5	X21	78,3
X10	52,0	X22	11,6
X11	21,9	X23	41,3
X12	34,0		

Quadro. 9. Ganhos relativos do teste teórico.

No entanto, as classificações ficaram aquém das expectativas atendendo ao trabalho desenvolvido em aula.

Um dos motivos que poderá justificar tal situação poderá ter a ver com o facto de alguns alunos, nessa altura, final do 2º período, acharem que, provavelmente, ficariam retidos no final do ano lectivo, o que acarretou que a sua participação, durante as sessões experimentais, acontecesse mais a um nível funcional que camuflou alguma inércia a nível intencional.

Por outro lado, há que admiti-lo, a professora foi assumindo, gradualmente, uma postura mais directiva e impondo um ritmo mais acelerado à resolução das fichas que alguns alunos, provavelmente, não conseguiram acompanhar.

Também não é de desprezar a quase ausência de aulas teóricas e sem recurso ao Cabri como um dos possíveis motivos para esta situação.

2.2.2. Parte prática

Na parte prática do teste, os resultados obtidos não foram muito elevados nem muito ricos em termos de estratégias de resolução das tarefas embora superiores aos obtidos na parte teórica, registando-se uma média de 19, 2%. Em termos quantitativos variaram entre os 3 e os 14 pontos em 50 atribuídos, aproximando-se, na sua maioria, dos 10 pontos, tal como se pode verificar na grelha de correcção (quadro10).

Os alunos que obtém melhores pontuações são, agora, os alunos X4 (28%) e X1, X7 e X18 (*ex aequo* com 26%) e nenhum aluno obtém pontuação final de zero. O número de questões nas quais ninguém conseguiu obter cotação (4 em 14) também diminuiu em relação ao pré-teste teórico (7 em 12). As questões que registam os resultados mais elevados são a questão 3, 1.2 e 1.1 respectivamente com 84,1%, 66,3% e 60,9%.

Passando, agora, a uma análise incidindo nos processos, na primeira alínea do primeiro grupo pretendia-se que o aluno classificasse um triângulo dado, utilizando uma figura construída no Cabri-Géomètre, para o efeito. Todos os alunos responderam a esta questão, embora de forma mais ou menos incompleta. Alguns alunos não recordavam a classificação dos triângulos outros, em vez de medirem o raio que constituía o lado do triângulo, mediram o diâmetro, mas todos utilizaram o comando '*distância e comprimento*' para medir o comprimento dos lados do triângulo. Já na segunda alínea, pedia-se aos alunos que marcassem, na mesma figura, um ângulo igual ao dado. Para tal, bastava que prolongassem o segmento apresentado e medissem a amplitude do ângulo oposto. Onze alunos seguiram este processo construindo, com o respectivo comando, uma recta e determinando a amplitude do ângulo através do comando '*ângulo*'; 4 alunos construíram, na circunferência, um ângulo ao centro com a mesma amplitude, mas sem qualquer relação com o apresentado; 6 alunos responderam de modo muito incompleto, de que é exemplo o aluno X8 cuja resposta dada é reveladora do trabalho realizado "*1º eu vi quanto media o ângulo AOC que é 70º. Depois fiz um triângulo na circunferência*", o qual não apresentava nenhum ângulo de 70º, e apenas 2 não responderam à questão.

Pergunta	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	3	3.1	3.2	3.3	4	5	5.1.1	5.1.2	5.2	**TOTAL**	**%**
Cotação Alunos	4	4	4	3	4	3	3	3	4	5	2	4	4	3	50	100
X1	2	0	0	0	2	3	0	0	4	0	2	0	0	0	13	26
X2	3	4	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	11	22
X3	1	4	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	10	20
X4	2	4	0	0	0	3	1	0	4	0	0	0	0	0	14	28
X5	2	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	9	18
X6	3	3	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	10	20
X7	3	4	0	0	0	3	1	2	0	0	0	0	0	0	13	26
X8	2	1	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	7	14
X9	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12
X10	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
X11	3	3	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	11	22
X12	2	1	0	0	0	3	1	0	0	2.5	0	0	0	0	9.5	19
X13	2	1	1	0	0	3	0	0	2	0	2	0	0	0	11	22
X14	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14
X15	2	4	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	9	18
X16	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12
X17	3	4	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	11	22
X18	3	4	0	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	13	26
X19	2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12
X20	3	2	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	10	20
X21	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	9	18
X22	3	4	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	11	22
X23	2	1	1	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	11	22
Total	56.0	61.0	2.0	0.0	2.0	58.0	8.0	2.0	24.0	2.5	5.0	0.0	0.0	0.0	220.5	441.0
%	60.9	66.3	2.2	0.0	2.2	84.1	11.6	2.9	26.1	2.2	10.9	0.0	0.0	0.0	9.6	19.2

Quadro. 10. Resultados do pré-teste parte prática.

Relativamente ao segundo grupo, este apresentava três questões que eram efectuadas na figura do Cabri-Géomètre, elaborada para o efeito. Relativamente à primeira, os alunos tinham de construir um triângulo semelhante ao dado, conhecidos dois dos vértices desse triângulo. O objectivo era traçarem uma recta paralela a um lado, que passasse no vértice O, de modo a obterem um triângulo semelhante, por redução. Nenhum dos alunos foi capaz de a resolver correctamente e apenas 2 alunos fizeram a construção de um triângulo, não semelhante ao dado, mas apresentando correctamente a definição de semelhança.

Na segunda questão pedia-se, aos alunos, para classificarem os triângulos quanto aos ângulos, que eram rectângulos, mas ninguém respondeu acertadamente. Vinte não responderam à pergunta.

Na terceira questão os alunos tinham de determinar a amplitude de um ângulo e indicar o seu correspondente no outro triângulo, tendo apenas uma aluna medido o ângulo, mas não indicou o seu correspondente.

No que se refere ao terceiro grupo, pretendia-se que os alunos construíssem um hexágono regular, com 4 cm de lado, e respondessem a três questões. Apenas 3 alunos não procederam à construção da figura; os restantes fizeram-no do modo mais simples – construíram um hexágono através do comando '*polígono regular*', mediram o comprimento do lado com o comando '*distância e comprimento*', manipularam-no até obterem 4 cm de lado e construíram a circunferência cujo centro coincidia com o centro do hexágono e que passava pelos vértices do mesmo. De seguida, realizaram a primeira questão onde tinham de estabelecer a relação entre os ângulos internos e externos do polígono, pretendendo-se que concluíssem que a medida da amplitude do ângulo externo é igual a 180º menos a amplitude do ângulo interno. Mais de metade dos alunos não respondeu à questão e apenas 8 alunos determinaram a amplitude do ângulo interno, confundindo o ângulo externo com o ângulo ao centro, que apresentava a mesma medida. A conclusão que retiraram foi que o ângulo externo era metade do ângulo interno. Na questão dois pretendia-se, que os alunos, encontrassem na figura qual o elemento cuja medida do comprimento coincidia com o lado do hexágono. Apenas um aluno realizou esta alínea calculando, com o comando '*distância e comprimento*', a medida do raio, verificando ser a mesma do lado do hexágono.

No quarto grupo questionava-se sobre a medida da amplitude do ângulo interno e externo de um polígono de 25 lados. Apenas um aluno construiu a figura utilizando o comando '*polígono regular*' e determinou a amplitude do ângulo interno com o respectivo comando.

No último grupo, os alunos tinham de construir um triângulo [ABC] e aplicar-lhe uma rotação, uma translação. No entanto, apenas 3 alunos construíram o triângulo mas nenhum lhe aplicou as transformações pedidas.

Apesar dos resultados não serem fortemente positivos, pensa-se que os alunos que nunca tinham contactado, formalmente com todos os conceitos de ficha, que só tinham tido um breve contacto com o Cabri-Géomètre e que nunca tinham utilizado qualquer tipo de programa com as mesmas características, potencialidades e funcionalidades, mostraram ter capacidades de exploração e descoberta bastante perspicazes e uma forte autonomia e controlo perante o programa e o desconhecido.

No respeitante à parte prática do pós-teste, os resultados, tal como na parte teórica do mesmo, foram bastante mais satisfatórios, variando entre os 16% e os 76% (quadro 11), com uma média de 46,7% tendo, mais de metade dos alunos da turma obtido classificação próxima dos 25 pontos, em alguns casos dos 30 pontos.

Pergunta	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	3	3.1	3.2	3.3	4	5	5.1.1	5.1.2	5.2	**TOTAL**	**%**
Cotação Alunos	4	4	4	3	4	3	3	3	4	5	2	4	4	3	50	100
X1	3	3	3	2	4	3	1	0	4	5	1	1	2	0	32	64
X2	3	3	0	0	0	0	1	0	0	2.5	2	1	0	0	12.5	25
X3	3	3	0	0	0	3	0	1	4	0	0	0	0	0	14	28
X4	3	4	1	3	1	3	1	0	1	0	2	3	3	2	27	54
X5	1	3	2	0	3	3	0	0	2	0	2	4	3	1	24	48
X6	3	3	0	0	0	3	1	3	2	2.5	2	4	3	1	27.5	55
X7	1	3.5	4	0	2	3	1	3	0	2.5	2	4	3	2	31	62
X8	1	1	4	0	4	3	1	0	0	0	2	3	3	0	22	44
X9	1	3	0	0	0	3	1	0	0	0	2	4	0	0	14	28
X10	1	4	0	0	1	3	0	0	2	0	2	0	0	0	13	26
X11	0	3	0	0	0	3	1	3	4	5	2	0	3	2	26	52
X12	2	1	2	0	1	3	3	0	0	5	2	3	3	0	25	50
X13	4	1	0	0	0	3	1	3	4	0	2	4	3	3	28	56
X14	2	0	0	3	4	3	3	3	0	4	2	4	0	3	31	62
X15	2	3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	16
X16	2	3	3	1	4	0	0	0	0	0	2	4	4	1	24	48
X17	2	3	0	0	0	3	2	2	2	0	4	0	0	0	18	36
X18	3	4	2	0	0	3	1	3	0	0	0	0	0	0	16	32
X19	3	4	3	3	4	3	0	3	0	3	2	4	3	3	38	76
X20	2	4	0	0	0	3	2	3	0	0	2	4	2	2	24	48
X21	3	3	2	0	4	3	1	0	3	0	2	4	3	3	31	62
X22	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	3.5	3	18.5	37
X23	2	1	4	1	2	3	1	0	4	5	1	3	3	2	32	64
Total	49.0	64.5	30.0	14.0	36.0	57.0	22.0	27.0	32.0	34.5	40.0	58.0	44.5	28.0	268.3	536.5
%	53.3	70.1	32.6	20.3	39.1	82.6	31.9	39.1	34.8	30.0	87.0	63.0	48.4	40.6	23.3	46.7

Quadro. 11. Resultados do pós-teste parte prática.

O aluno que, nesta parte, registou maior pontuação é o aluno X19 (76%) seguido pelos alunos X1 e X23 (64%) e os alunos X7, X14 e X21 todos com 62%.

Os alunos que registaram piores cotações são X15 (16%), X2 (25%) e X10 (26%).

As questões nas quais os alunos obtiveram, agora, maiores classificações foram a 5 (87%), a 3 (82,6%) e a 1.2 (70,1%), enquanto que os piores resultados se registaram nas questões 2.2 (20,3%), 4 (30%) e 3.1 (31,9%).

Da análise qualitativa realizada concluiu-se que, em relação ao primeiro grupo, na primeira questão as respostas foram diversificadas. Um aluno resolveu correctamente (figuras 62 e 63), determinando com o comando '*distância e comprimento*' do programa, as medidas dos comprimentos dos lados do triângulo e concluindo que este era isósceles; 8 alunos responderam quase correctamente; 7 alunos mediram o diâmetro em vez do raio, pelo que concluíram que o triângulo era escaleno; os restantes cometeram alguns erros, mas responderam sempre a alguns passos de forma acertada, com excepção do aluno X11.

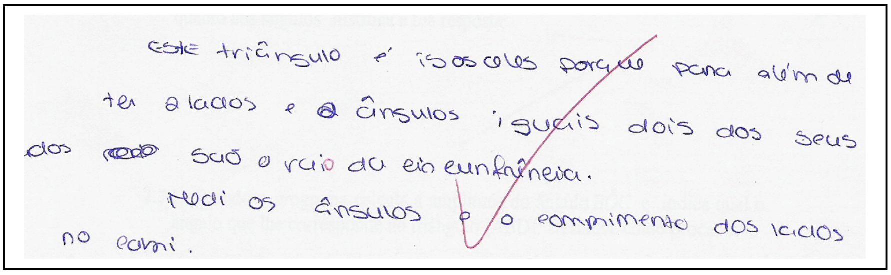


Fig. 62. Resposta do aluno X13 à primeira alínea do primeiro grupo do pós-teste prático.

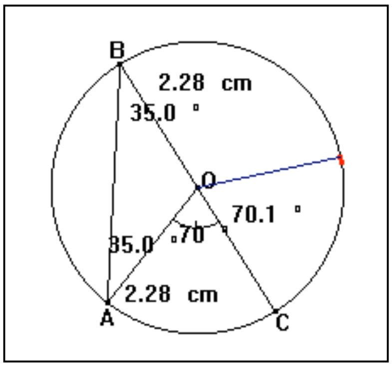


Fig. 63. Resposta do aluno X13 à primeira alínea do primeiro grupo do pós-teste prático.

Na segunda questão deste grupo, apenas um aluno não deu qualquer resposta; 18 alunos prolongaram o raio e determinaram a medida de amplitude do ângulo ao centro obtido (figuras 64 e 65) e 4 alunos construíram um novo ângulo ao centro que tinha de amplitude os 70º exigidos, não respondendo, no entanto, ao que se pretendia.

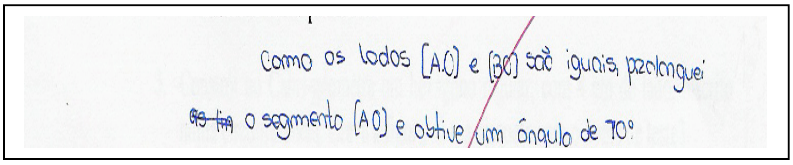


Fig. 64. Resposta do aluno X4 à segunda alínea do primeiro grupo do pós-teste prático.

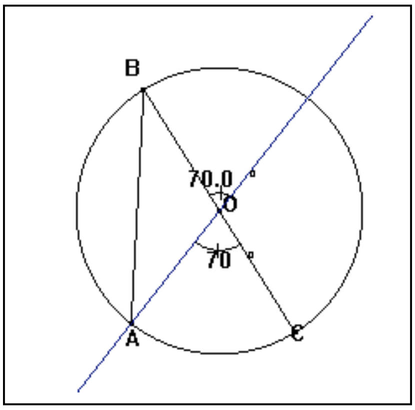


Fig. 65. Resposta do aluno X4 à segunda alínea do primeiro grupo do pós-teste prático.

Já o segundo grupo apresentava três questões. À primeira alínea, 8 dos alunos não responderam, 11 discentes construíram correctamente o triângulo, dos quais 8 alunos provaram que os ângulos correspondentes dos triângulos eram iguais e 3 alunos mostraram que os lados dos triângulos eram proporcionais (figuras 66 e 67), aumentando para o dobro. Finalmente, 4 discentes responderam de modo incorrecto.

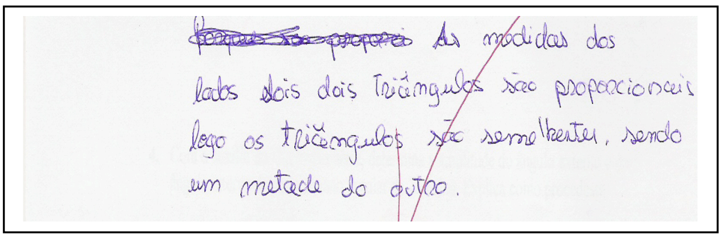


Fig. 66. Resposta do aluno X7 à primeira alínea do segundo grupo do pós-teste prático.

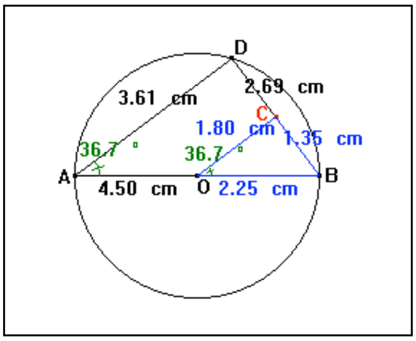


Fig. 67. Resposta do aluno X7 à primeira alínea do segundo grupo do pós-teste prático.

Na segunda alínea, o número de alunos que não respondeu aumentou para 13, os que responderam errado foram 3, os que designaram o triângulo correctamente por rectângulo (figuras 68 e 69) foram 4 e os que o designaram de escaleno foram 3.

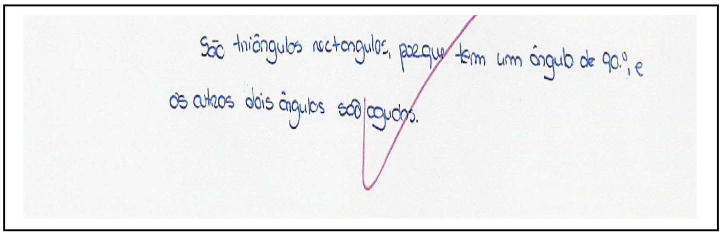


Fig. 68. Resposta do aluno X4 à segunda alínea do segundo grupo do pós-teste prático.

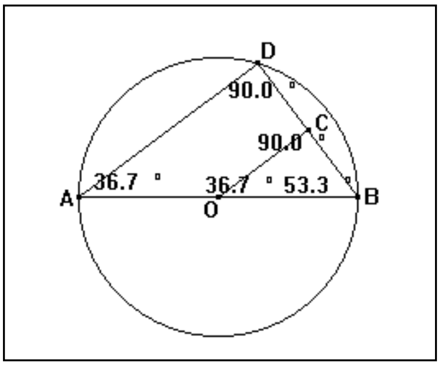


Fig. 69. Resposta do aluno X4 à segunda alínea do segundo grupo do pós-teste prático.

Em relação à última questão deste grupo, 8 alunos não a resolveram, 2 fizeram-na de modo incorrecto, 3 de modo muito incompleto e 10 alunos mediram as amplitudes dos ângulos, com o comando '*ângulo*', e indicaram correctamente os ângulos correspondentes que eram iguais (figuras 70 e 71).

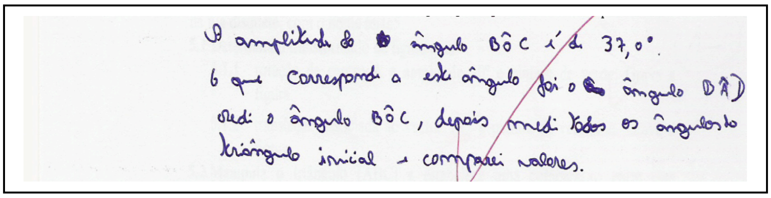


Fig. 70. Resposta do aluno X14 à terceira alínea do segundo grupo do pós-teste prático.

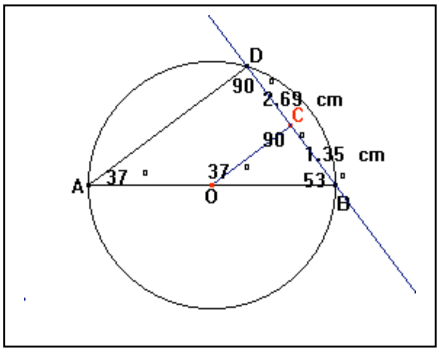


Fig. 71. Resposta do aluno X14 à terceira alínea do segundo grupo do pós-teste prático.

Relativamente ao grupo três, apenas 4 alunos não construíram o polígono (hexágono regular) e, por conseguinte, não resolveram as três alíneas seguintes do grupo. Na primeira alínea, em que se pretendia a relação dos ângulos internos e externos do polígono, 4 alunos não responderam à questão, 3 responderam de forma incorrecta e 16 discentes calcularam correctamente a amplitude dos ângulos (figura 72), mas apenas 4 redigiram a relação (figura 73).

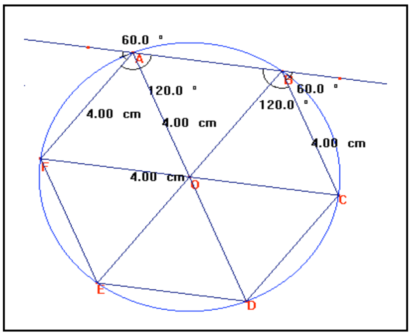


Fig. 72. Resposta do aluno X14 à primeira alínea do terceiro grupo do pós-teste prático.

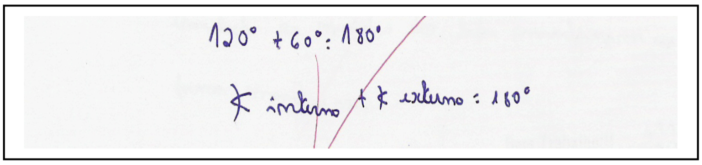


Fig. 73. Resposta do aluno X14 à primeira alínea do terceiro grupo do pós-teste prático.

Na segunda alínea, 4 alunos responderam de forma incorrecta, 8 não resolveram a questão e 10, através do comando '*distância e comprimento*', descobriram que o comprimento do lado do hexágono coincidia com o do raio (figura 74 e 75). Houve ainda um resposta incompleta e outra muito incompleta.

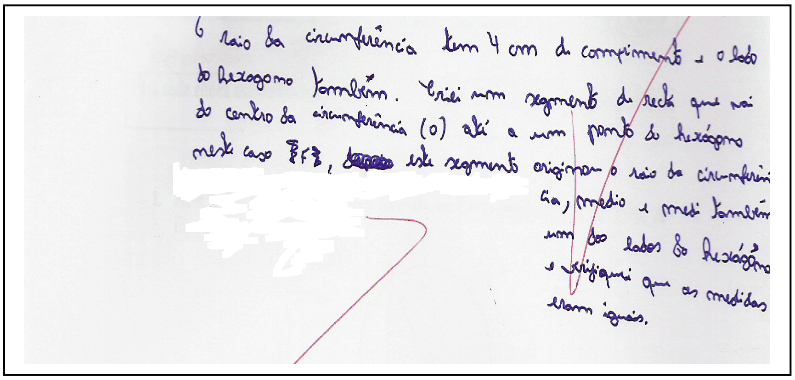

O raio da circunferência tem 4 cm de comprimento e o lado do hexagono também. Criei um segmento de recta que vai do centro da circunferência (O) até a um ponto do hexágono neste caso [F], este segmento originou o raio da circunferência, medio e medi também um dos lados do hexágono e verifiquei que as medidas eram iguais.

Fig. 74. Resposta do aluno X14 à segunda alínea do terceiro grupo do pós-teste prático.

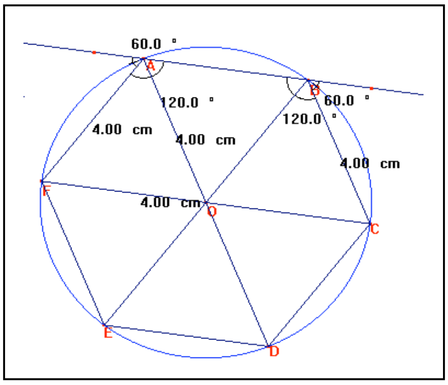


Fig. 75. Resposta do aluno X14 à segunda alínea do terceiro grupo do pós-teste prático.

Por fim, na terceira questão, 10 alunos determinaram a área do polígono com o respectivo comando do programa (figuras 76 e 77), 1 tentou resolver pela fórmula, apesar do teste ser prático e 12 discentes não resolveram a alínea ou responderam incorrectamente.

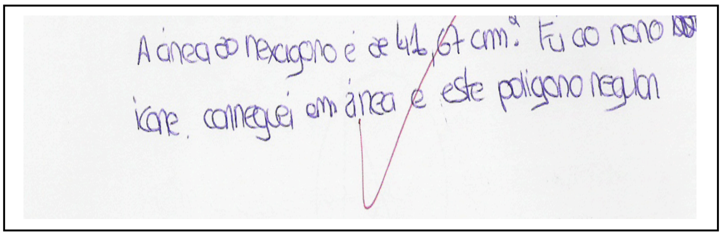

A área do hexágono é de 41,67 cm². Fui ao meno ícone. conseguei a área e este polígono regular

Fig. 76. Resposta do aluno X2 à terceira alínea do terceiro grupo do pós-teste prático.

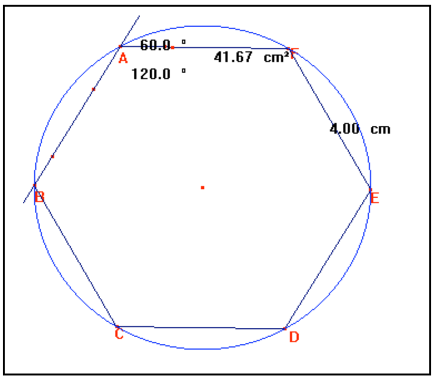


Fig. 77. Resposta do aluno X2 à terceira alínea do terceiro grupo do pós-teste prático.

No que respeita ao grupo quatro, 11 alunos não resolveram a questão e dos 12 que construíram o polígono regular, de 25 lados, com o respectivo comando do software, 3 resolveram mal a questão, 4 calcularam apenas a medida da amplitude do ângulo interno do polígono, 1 determinou, apenas, a medida da amplitude do ângulo externo e 4 efectuaram a questão de forma correcta determinando a medida da amplitude de ambos os ângulos do polígono (figura 78 e 79).

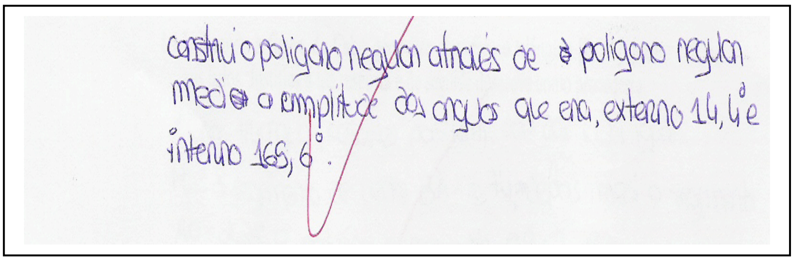


Fig. 78. Resposta do aluno X1 ao quarto grupo do pós-teste prático.

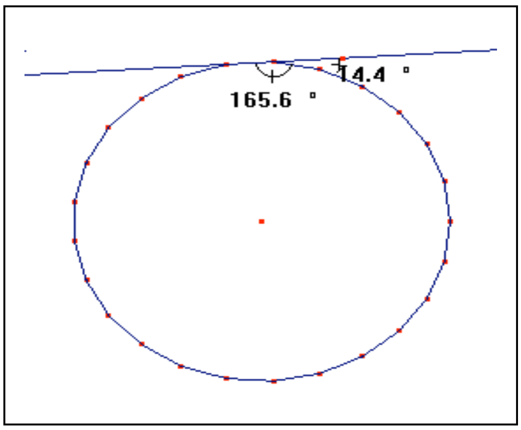


Fig. 79. Resposta do aluno X1 ao quarto grupo do pós-teste prático.

No último grupo, o cinco, 20 alunos fizeram, correctamente, a construção do triângulo pedido e apenas 3 não o construíram. De seguida, na primeira alínea, onde se pretendia a aplicação de uma rotação ao triângulo, segundo um ângulo e um ponto dados, 6 alunos não resolveram a questão; 6 aplicaram a rotação segundo o ângulo dado, mas considerando outro ponto e 11 discentes aplicaram, correctamente, a rotação ao triângulo, utilizando o comando com esta função. Na segunda alínea, pretendia-se a aplicação de uma translação ao polígono, segundo um vector dado. Oito alunos não resolveram o exercício, 13 discentes aplicaram a translação, mas segundo um vector por eles construído e apenas 2 alunos resolveram a questão correctamente. A figura 80 apresenta todas as isometrias pedidas.

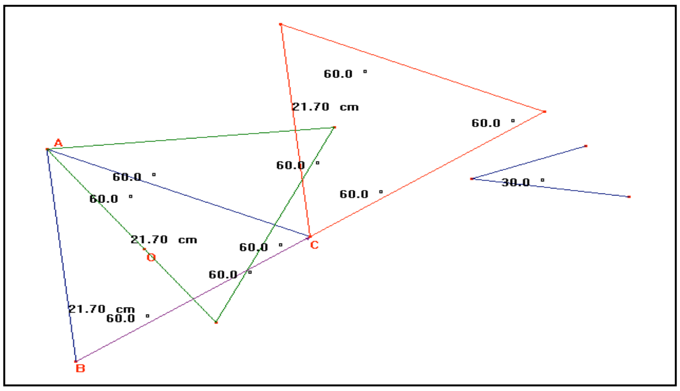


Fig. 80. Resposta do aluno X16 às primeira e segunda alíneas do quinto grupo do pós-teste prático.

Na última alínea, onde era suposto o aluno efectuar uma comparação entre o triângulo construído e os obtidos por rotação e translação, 10 alunos não responderam à questão, 13 fizeram-no, mas nem sempre de forma completa ou utilizando a melhor linguagem. A figura 81 é um exemplo de resposta.

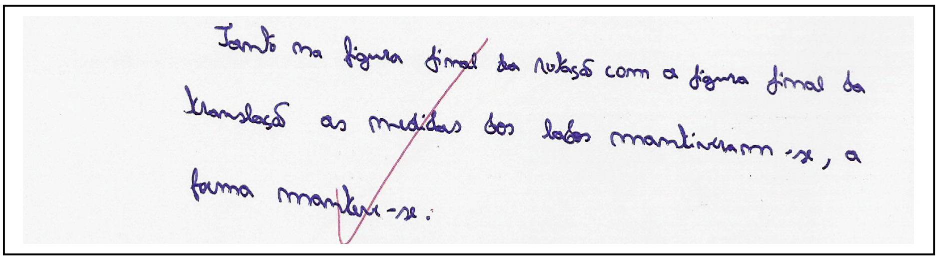


Fig. 81. Resposta do aluno X14 à terceira alínea do quinto grupo do pós-teste prático.

Os dados relativos ao tipo de respostas visado no teste prático estão disponibilizados na tabela que se segue (quadro 12).

Momento	Pré-teste				Pós-teste			
Tipo de resposta / Questões	Correcta	Incompleta	Muito Incompleta	Incorrecta	Correcta	Incompleta	Muito incompleta	Incorrecta
Q 1.1	0	22	1	0	1	16	5	1
Q 1.2	11	4	6	2	6	12	4	1
Q 2.1	0	0	2	21	3	7	1	12
Q 2.2	0	0	0	23	3	1	3	16
Q 2.3	0	1	0	22	6	4	3	10
Q 3	18	2	0	3	19	0	0	4
Q 3.1	0	0	8	15	2	2	12	7
Q 3.2	0	1	0	22	8	1	1	13
Q 3.3	4	4	0	15	5	5	1	12
Q 4	0	1	0	22	4	5	0	14
Q 5	2	1	0	20	18	2	0	3
Q 5.1.1	0	0	0	23	11	4	2	6
Q 5.1.2	0	0	0	23	1	14	0	8
Q 5.2	0	0	0	23	5	5	3	10

Quadro. 12. Classificações obtidas no teste prático (versões pré e pós) consoante o tipo de respostas às várias questões.

Após a apreciação dos resultados e tipo de respostas obtidas, concluiu-se que, em termos de classificações, o pós-teste prático superou o pré-teste prático, diminuindo o número de respostas incorrectas e aumentando o número de respostas correctas por questão. Assim, pensa-se que a utilização do Cabri-Géomètre, na realização das fichas de trabalho, permitiu aos alunos, um conhecimento mais profundo desta ferramenta, de modo que, a sua aplicação na resolução das questões do pós-teste fosse útil e eficaz. Por outro lado, verificou-se que muitos dos alunos manipularam vários comandos do Cabri-Géomètre, com destreza, como é o caso do '*distância e comprimento*', do '*ângulo*' e '*marca de ângulo*', do '*polígono regular*', da '*área*', da '*rotação*' e da '*translação*'. Por fim, e tendo em conta as estratégias e os raciocínios utilizados pelos alunos para a resolução das questões, considera-se que, no pós-teste, foram melhor explorados e aplicados, denotando-se estudo e compreensão do trabalho realizado em aula. Os alunos foram capazes de fazer comparações, de estabelecer relações e de determinar resultados pretendidos, por vezes desempenhando a mesma questão de formas diferentes. Tem-se, como exemplo, a justificação da semelhança dos triângulos na primeira questão do grupo dois, em que, alguns alunos, provaram-no pela igualdade dos ângulos e outros pela proporcionalidade dos lados, pelo que se pode concluir que o programa permite uma diversidade de explorações e soluções que, em suporte papel seriam impossíveis.

Para uma melhor observação e apreciação dos resultados, apresenta-se o gráfico 11 comparativo das classificações do pré e do pós-teste prático.

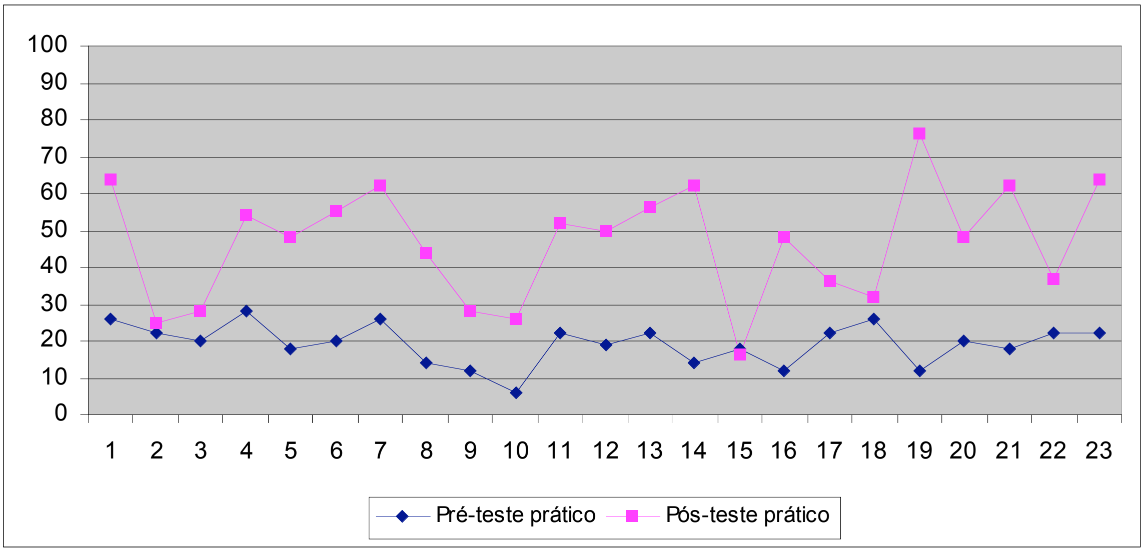


Gráfico. 11. Resultados obtidos nos pré e pós-teste prático.

Verifica-se que apenas dois alunos mantiveram um resultado aproximado no pré-teste e no pós-teste, os números 2, com um ganho relativo de 3,8%, e 15, com uma perda relativa de – 12,5% (quadro 13). No caso do aluno número 2, a professora notou pouco empenho na realização das tarefas da aula e, apesar dos esforços da professora e dos colegas nada o motivava. O aluno, ao nível geral das disciplinas estava desmotivado para a aprendizagem porque apresentava um elevado número de níveis inferiores a três (valências que se inter-influenciam) e já pensava na retenção, no final do ano lectivo. O desinteresse foi tal que o aluno pediu à professora que o dispensasse do teste porque não tinha vontade de o fazer e nada sabia. A professora explicou a importância da realização do mesmo, por parte do aluno, nomeadamente, para o estudo que se encontrava a efectuar e que pelo menos podia tentar fazer o que soubesse, o que fez. Relativamente ao aluno número 15, a situação em nada se assemelha à anterior. Era um aluno motivado e trabalhador, mas com muitas limitações ao nível da aprendizagem e que teve muitas dificuldades em lidar com o

Cabri. Para que estes alunos se mantivessem empenhados e motivados na disciplina, em geral, e nas aulas em que decorreu o estudo, em particular, a professora prestou um apoio mais individualizado a estes discentes, ajudando na realização das tarefas propostas e na exploração do Cabri e reforçando positivamente o esforço dos mesmos, para que não desistissem e se mantivessem entusiasmados.

Também o aluno X18 apresenta um ganho relativo muito baixo – 8,1%. Os alunos que apresentam ganhos relativos mais interessantes são os alunos X19 (72,7%), X14 (55,8%) e X23 (53,8).

Alunos	Ganhos	Alunos	Ganhos
X1	51,4	X13	43,6
X2	3,8	X14	55,8
X3	10,0	X15	**-12,5**
X4	36,1	X16	40,9
X5	36,6	X17	17,9
X6	43,8	X18	8,1
X7	48,6	X19	72,7
X8	34,9	X20	35,0
X9	18,2	X21	53,7
X10	21,3	X22	19,2
X11	38,5	X23	53,8
X12	38,3		

Quadro. 13. Ganhos e perdas relativos do teste prático.

No respeitante aos resultados obtidos esperavam-se diferenças mais discrepantes entre o pré e o pós-teste prático e um número mais elevado de classificações no nível do bom e até do muito bom, devido a todo o trabalho desenvolvido em aula e ao empenho dos alunos na resolução das tarefas. Pensa-se que os motivos principais que poderão ter influenciado os resultados foram, o reduzido número de aulas e o escasso tempo para a realização das fichas no Cabri-Géomètre, dada a urgência em abordar todos os conteúdos do programa de 9º ano para a concretização da prova global o que fez com que a professora assumisse uma postura cada vez mais dirigida, atropelando o ritmo próprio de cada aluno. De salientar, ainda, a inexistência de aulas com software educativo, nas diversas disciplinas, o que implicou que a experiência se revelasse totalmente nova para os alunos e também para a professora, o que acarretou uma deficiente gestão do tempo – como os alunos demoravam muito tempo, principalmente na fase inicial, a construir as figuras no Cabri, escasseava o tempo para a resolução das tarefas de uma forma mais significativa.

2.2.3. Análise global

Para terminar a análise do teste apresenta-se o gráfico 12 comparativo dos resultados obtidos nos 2 momentos englobando a parte prática e a parte teórica.

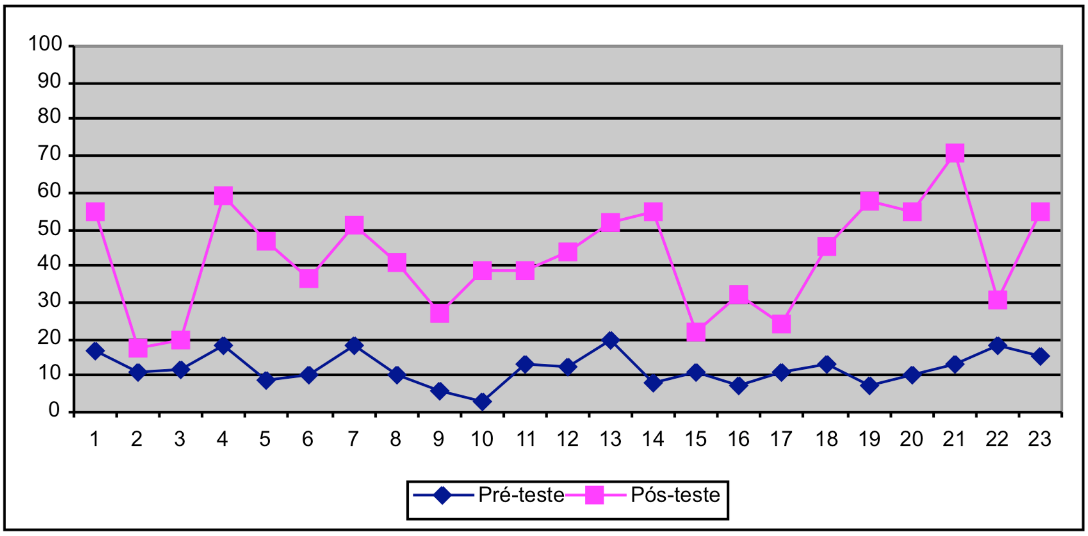


Gráfico. 12. Resultados obtidos nos pré e pós-teste.

Visualiza-se, mais facilmente a subida operada, nalguns casos muito interessante. Destacam-se os ganhos relativos dos alunos X21 de 66,7%; X19 de 54,8%; X14 com 50,5% e dos discentes X4 e X20 de 50%. Os ganhos relativos menos expressivos verificaram-se nos alunos X2 (7,3%), X3 (8,5%), X15 (12,4%) e X17 (14,6%) (quadro 14).

Também é curioso visualizar a diferença entre resultados obtidos no pré-teste entre a parte teórica e a parte prática (gráfico 13).

Assim, os alunos X18 apresentam uma diferença de 26%; X2 e X17 de 22% e X4, X6 e X20 de 20%.

As diferenças menores registam-se nos casos X13 (4%), X10 (6%) e X8 e X22 (8%).

Finalmente, em relação, agora, ao pós-teste, verifica-se uma mancha muito mais irregular (gráfico 14). De destacar os casos dos alunos X4, X10, X15 e X18 que apresentam melhores resultados na parte teórica do que na parte prática, com diferenças de, respectivamente 10%, 26%, 27% e 12%.

Também é curioso notar que os alunos X6, X16 e X19 apresentam diferenças superiores a 30% entre a parte prática e a parte teórica, respectivamente 37%, 32% e 36% enquanto que os alunos X5 e X9 apresentam uma diferença mínima (2%).

Alunos	Ganhos	Alunos	Ganhos
X1	45,8	X13	40,0
X2	7,3	X14	50,5
X3	8,5	X15	12,4
X4	50,0	X16	26,9
X5	41,8	X17	14,6
X6	29,4	X18	37,4
X7	40,2	X19	54,8
X8	34,4	X20	50,0
X9	21,5	X21	66,7
X10	37,1	X22	15,2
X11	29,3	X23	47,1
X12	36,0		

Quadro. 14. Ganhos relativos globais.

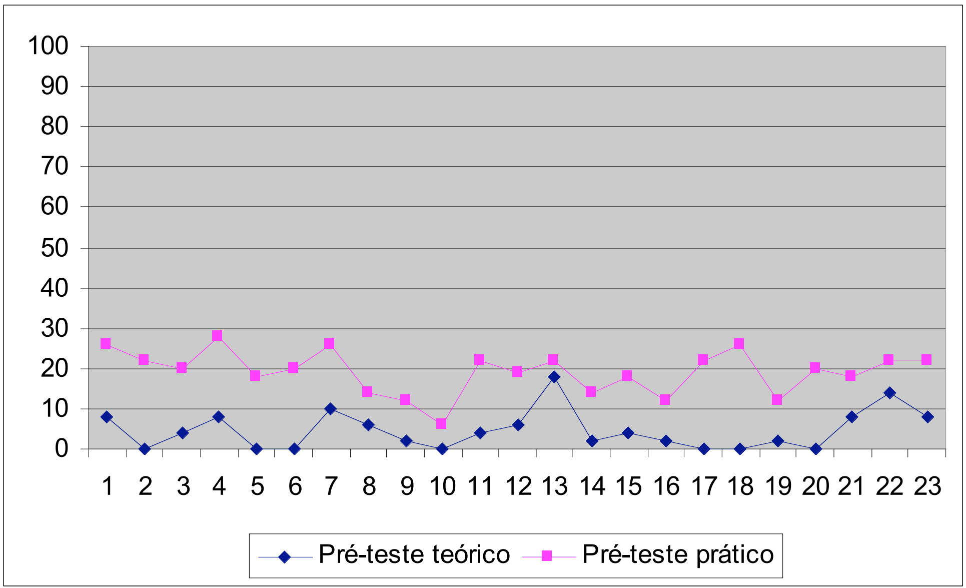


Gráfico. 13. Resultados obtidos nos pré-testes teórico e prático.

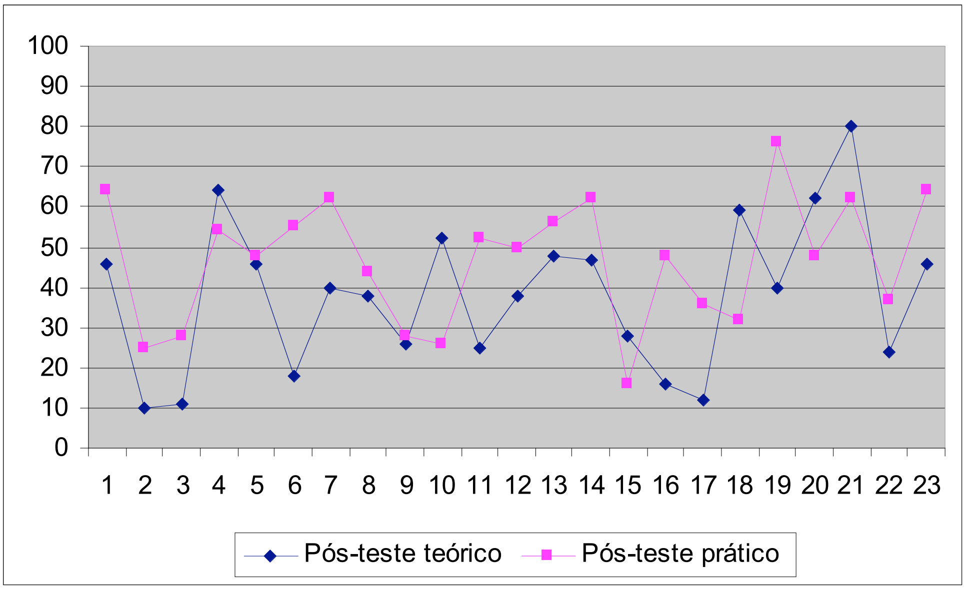


Gráfico. 14. Resultados obtidos nos pós-testes teórico e prático.

Apesar dos resultados globais do pós-teste serem todos superiores aos do pré-teste as expectativas eram superiores, esperando-se resultados divergentes que fossem muito mais favoráveis ao pós-teste e traduzidos em mais classificações nos níveis do bom e do muito bom. Foram apontadas, para a parte teórica e para a parte prática, algumas das razões que se pensa não terem permitido atingir melhores resultados no pós teste que, articuladas, justificam os resultados globais.

Em relação à diferença das médias – 14,7 – entre a parte prática e a parte teórica do pré-teste não é de admirar dado que os alunos tinham tido uma sessão de exploração livre do Cabri.

Finalmente, em relação ao pós-teste, acreditamos que a diferença de médias entre a parte teórica e a parte prática – 8,6 – se possa pelo menos em parte, dever à cultura instituída que valoriza muito a componente teórica nos teste, levando os alunos a investir muito nesse estudo.

2.3. Questionário Final

Como já referido anteriormente aplicou-se um Questionário Final com o objectivo de conhecer a opinião dos alunos sobre a utilização do Cabri para que nos ajudasse a confirmar, ou não, da veracidade das conjecturas estabelecidas inicialmente, de que o Cabri-Géomètre é um software educativo bastante intuitivo, permitindo aulas dinâmicas e activas, o desenvolvimento de competências Matemáticas, nomeadamente geométricas, a exploração de conceitos e a resolução de tarefas de uma forma prática e agradável, que motivaria os alunos para a aprendizagem da disciplina e seus conteúdos, nomeadamente geométricos.

Nesta perspectiva começa-se por explicitar qual a concordância, apresentada pelos alunos, às afirmações, apresentadas no primeiro ponto do questionário, acerca do Cabri-Géomètre.

A maioria dos alunos foi de opinião que esta ferramenta era de fácil familiarização (gráfico 15) – 14 alunos indicaram concordar em absoluto e 8 concordar parcialmente. Só um aluno assinalou discordar parcialmente.

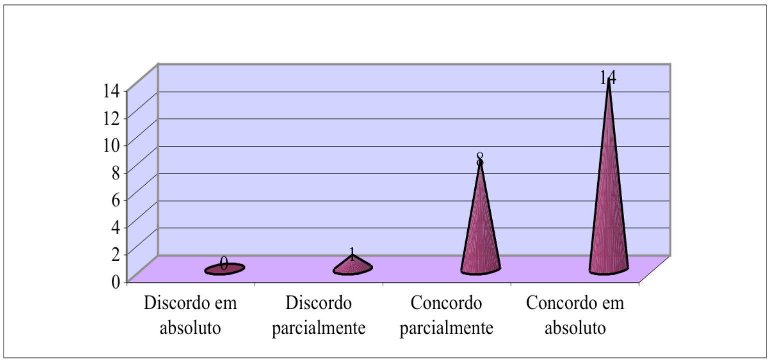


Gráfico. 15. Facilidade de familiarização dos alunos com o Cabri.

Quanto ao facto do Cabri não ser muito atractivo, curiosamente a maioria dos alunos discorda – 10 parcialmente e 7 em absoluto (gráfico 16).

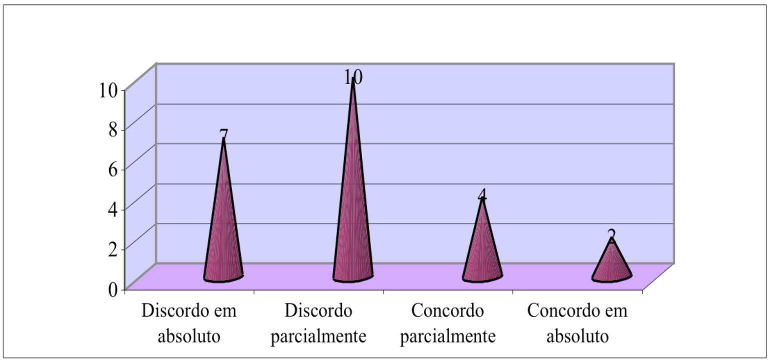


Gráfico. 16. Opinião dos alunos sobre a fraca atractividade do software.

Nove alunos também dizem discordar parcialmente e 7 em absoluto de que os comandos do Cabri não são simples nem intuitivos (gráfico 17) embora 7 discentes concordassem parcialmente com a afirmação.

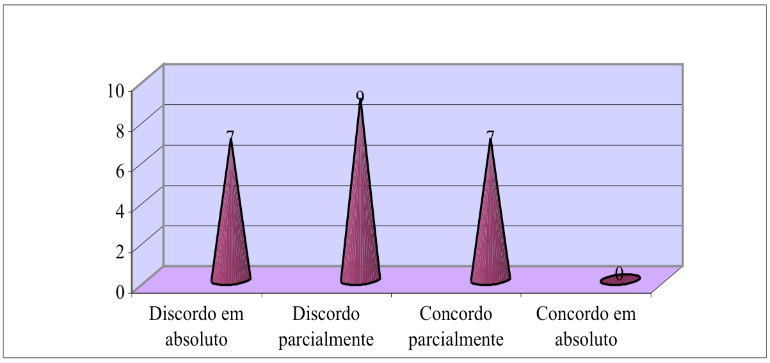


Gráfico. 17. Opinião dos alunos sobre a fraca simplicidade e intuitividade dos comandos do Cabri.

Relativamente ao controlo, 14 alunos referem concordar parcialmente, 7 em absoluto e 2 discordar parcialmente da sua facilidade (gráfico 18).

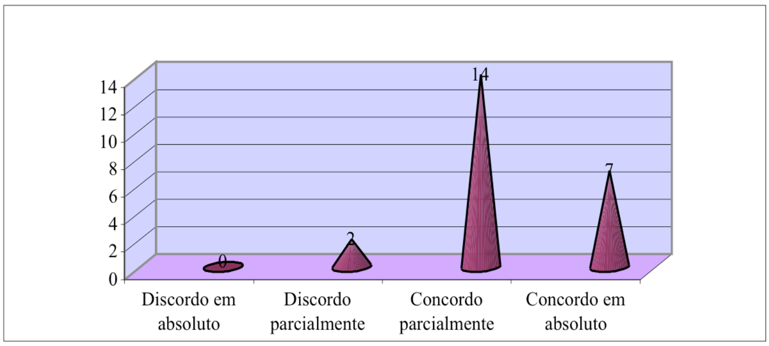


Gráfico. 18. Opinião dos alunos sobre a facilidade de controlo do software.

Em relação ao facto do programa estimular a novidade, a imaginação e a criatividade, tornando-se desafiante a maioria dos alunos diz concordar – 12 parcialmente e 8 em absoluto (gráfico 19) – só 3 alunos referem discordar parcialmente.

Embora acreditemos que o entendimento do termo ‘complexo’ fosse diferente do significado que lhe atribuímos e muito mais conotado com dificuldade, a maioria dos alunos (13) assinalou concordar em absoluto com a sua complexidade; 10 alunos manifestaram acordo parcial; e 5 alunos, *ex aequo*, desacordo parcial ou absoluto (gráfico 20).

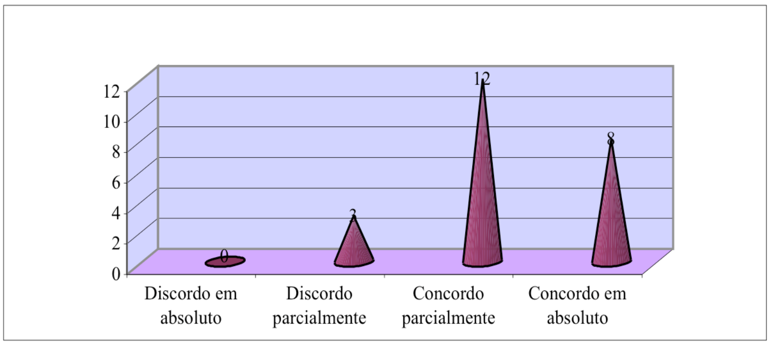


Gráfico. 19. Opinião dos alunos sobre a estimulação, novidade, imaginação e criatividade proporcionada pelo Cabri.

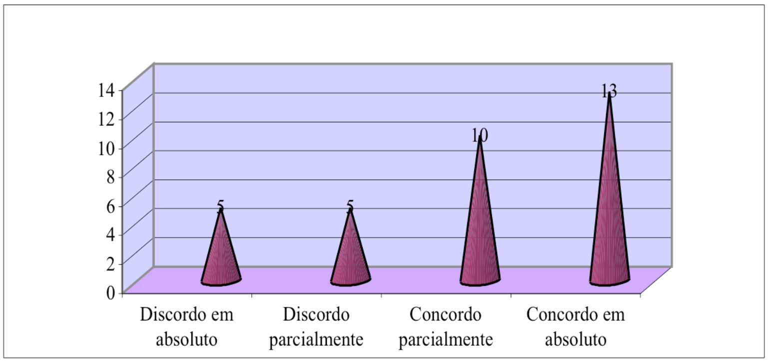


Gráfico. 20. Opinião dos alunos sobre a complexidade do programa.

Em relação ao mecanismo de ajuda, ser útil e funcional 3 alunos não responderam; 1 assinalou desacordo parcial; 8 acordo total e 11 acordo parcial (gráfico 21).

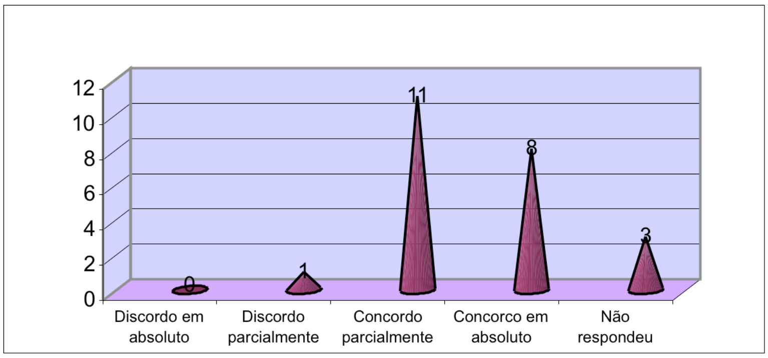


Gráfico. 21. Opinião dos alunos sobre a utilidade e funcionalidade do mecanismo de ajuda do Cabri.

Relativamente ao segundo ponto, a apreciação foi também genericamente, muito positiva (quadro 15).

N.º	Parâmetros **O Cabri-Géomètre:**	Discordo em Absoluto	Discordo Parcialmente	Concordo Parcialmente	Concordo em Absoluto
8	contribui para uma visão mais positiva da Matemática;	0%	0%	39%	61%
9	contribui para se perceber melhor a importância da Matemática;	0%	9%	39%	52%
10	não apresenta valor e potencial educativo que permitam atingir os objectivos para a Geometria;	57%	17%	22%	4%
11	não se adapta à abordagem dos conteúdos de Geometria que fazem parte do programa do 9º ano de escolaridade;	52%	35%	9%	4%
12	facilita a aprendizagem da Geometria pelo facto do professor deixar de 'debitar' matéria e incentivar o aluno à exploração dos conteúdos;	0%	9%	35%	56%
13	não motiva nem incentiva a aprendizagem da Matemática, no geral, e da Geometria, em particular;	61%	26%	13%	0%
14	permite a elaboração de conjecturas geométricas e respectiva testagem;	0%	0%	43%	57%
15	permite uma aprendizagem mais activa e dinâmica da geometria;	4%	9%	39%	48%
16	contribui para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas;	0%	0%	43%	57%
17	não estimula a imaginação nem promove o desenvolvimento de novas ideias;	61%	22%	13%	4%
18	promove o desenvolvimento do raciocínio;	0%	22%	52%	26%
19	permite uma construção mais eficaz de conceitos geométricos;	4%	9%	30%	57%
20	não permite o desenvolvimento de actividades duma forma autónoma;	35%	35%	26%	4%
21	permite a pesquisa de propriedades e relações entre objectos matemáticos através da manipulação directa desses objectos;	0%	4%	26%	70%
22	permite a visualização de alguns aspectos essenciais da matéria abordada;	0%	9%	52%	39%
23	possibilita a realização de tarefas por vezes inacessíveis, em papel;	0%	9%	18%	73%
24	não permite relacionar a geometria com a vida quotidiana, com outras disciplinas ou com outros conteúdos matemáticos;	39%	39%	22%	0%
25	não facilita a interacção na sala de aula entre alunos;	44%	17%	22%	17%
26	facilita a comunicação na sala de aula entre os alunos e o professor;	0%	0%	57%	43%
27	permite que o aluno se sinta responsável pela sua própria aprendizagem;	4%	9%	52%	35%
28	Só serve para nos distrairmos um bocado.	60%	22%	9%	9%

Quadro. 15. Opinião dos alunos sobre o favorecimento ou desfavorecimento da utilização do Cabri-Géomètre em diversos parâmetros.

A maioria assinalou concordar ou discordar, em absoluto, das afirmações – "*O Cabri-Géomètre:*

- permite a pesquisa de propriedades e relações entre objectos matemáticos através da manipulação directa desses objectos – 70%. Nenhum aluno manifestou desacordo absoluto, 4% referiram desacordo parcial e 26% acordo parcial;
- possibilita a realização de tarefas por vezes inacessíveis, em papel – 73%. Nenhum aluno manifestou desacordo absoluto, 9% referiram desacordo parcial e 18% acordo parcial;
- não estimula a imaginação nem promove o desenvolvimento de novas ideias – 61%. Aqui todas as possibilidades foram indicadas com 22% de desacordo parcial, 13% de acordo parcial e 4% de acordo absoluto;
- não motiva nem incentiva a aprendizagem da Matemática, no geral, e da geometria, em particular – 61%. Nenhum aluno manifestou acordo absoluto mas 13% indicaram 'concordo parcialmente' e 26% 'discordo parcialmente';
- contribui para uma visão mais positiva da Matemática – 61%. Neste item não houve qualquer indicação de desacordo quer parcial quer total.
- não apresenta valor e potencial educativo que permitam atingir os objectivos para a Geometria – 57%. Esta afirmação também mereceu respostas em todas as categorias – acordo absoluto (4%), desacordo parcial (17%) e acordo parcial (22%);
- permite a elaboração de conjecturas geométricas e respectiva testagem – 57%. As restantes respostas recaíram na alternativa 'concordo parcialmente';
- contribui para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas – 57%. À semelhança do caso anterior, também aqui as restantes respostas recaíram na mesma opção;
- permite uma construção mais eficaz de conceitos geométricos – 57%. Desta vez todas as alternativas foram preenchidas – 'concordo parcialmente' com 30%, discordo parcialmente' com 9% e 'discordo absolutamente' com 4%;
- facilita a aprendizagem da Geometria pelo facto do professor deixar de 'debitar' matéria e incentivar o aluno à exploração dos conteúdos – 56%. Nenhum aluno referiu discordar totalmente mas 9% assinalaram discordar parcialmente e 35% concordar parcialmente;

• não se adapta à abordagem dos conteúdos de Geometria que fazem parte do programa do 9º ano de escolaridade – 52%. Todas as restantes alternativas foram consideradas – 35% de desacordo parcial, 9% de acordo parcial e 4% de acordo absoluto.

É de salientar, ainda, que a maioria das respostas às afirmações números 18, 22 e 27 e 26 recaiu sobre a opção 'concordo parcialmente' com 52% no primeiro caso e 57% no segundo.

Em relação às restantes afirmações, a opinião dos alunos está muito mais dividida. Assim, em relação à afirmação número 15 " O Cabri-Géomètre permite uma aprendizagem mais activa e dinâmica da geometria" – 48% assinalou 'concordo em absoluto'; 39% manifestou acordo parcial; 9% desacordo parcial e 4% desacordo total. Também a afirmação "O Cabri-Géomètre não permite o desenvolvimento de actividades duma forma autónoma" – 35% indicaram, *ex aequo*, desacordo total ou parcial, 26% acordo parcial e 4% acordo absoluto.

Relativamente à afirmação número 25 – "O Cabri-Géomètre não facilita a interacção na sala de aula entre alunos" – 44% dos alunos indicaram desacordo absoluto, 22% acordo parcial e 17% desacordo parcial ou acordo total, *ex aequo*. Finalmente, 39% assinalaram desacordo absoluto ou total (*ex aequo*) e 22% acordo parcial em relação à afirmação "O Cabri-Géomètre não permite relacionar a geometria com a vida quotidiana, com outras disciplinas ou com outros conteúdos matemáticos".

Por fim, no respeitante aos aspectos relacionados com a experiência, começou-se por questionar o aluno sobre os materiais de apoio disponibilizados pela professora, perguntando-se se os consideravam adequados aos conteúdos e ao software. A maioria dos alunos assinalou a sua opção no muito (final da escala); 5 discentes assinalaram nos três quartos da escala e 4 no meio da escala (gráfico 22). As justificações para as suas escolhas foram variadas: recaindo para fichas esclarecedoras, possíveis de realizar no software, facilitando o uso do programa e do trabalho no computador; fichas bem elaboradas, com exercícios bem adequados aos conteúdos, ajudando os alunos que não percebem de computadores a realizar as actividades; as instruções eram perceptíveis, realizando-se os exercícios rapidamente e bem, ajudando a obter as conclusões, tornando o programa útil e facilitando a percepção dos objectivos propostos. De que são exemplos as seguintes respostas: "*as fichas adequavam-se ao programa, tornando-o muito útil, fazendo-nos perceber os objectivos propostos*"; "*os materiais de apoio estavam adequados ao* *programa pois, para além de nos darem instruções, ajudavam-nos a chegar às conclusões pretendidas*" e "*porque ao lermos conseguíamos perceber totalmente o que nos perguntavam e assim conseguíamos fazer as coisa no Cabri-Géomètre, rapidamente e bem feitas*" e o gráfico que se apresenta.

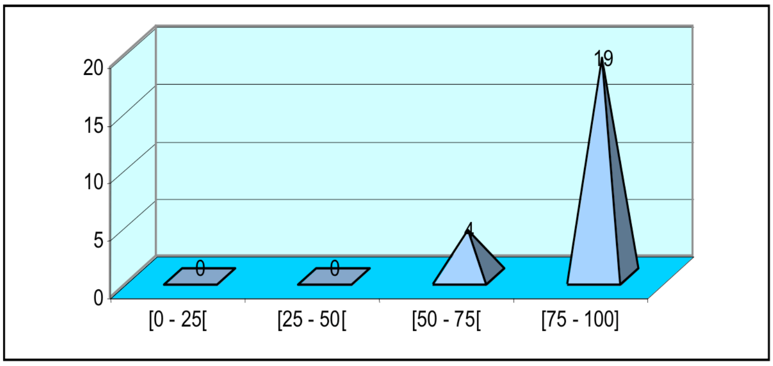


Gráfico. 22. Opinião dos alunos sobre a adequação dos materiais de apoio aos conteúdos e ao software.

A pergunta seguinte questionava sobre a importância do uso do Cabri-Géomètre no ensino e na aprendizagem da Geometria. Doze alunos assinalaram a sua opção no muito, 7 nos três quartos da escala e 4 no meio da escala (gráfico 23). As justificações apresentadas foram diversificadas considerando, os alunos, que o Cabri-Géomètre: facilitou bastante a aprendizagem; ajudou a perceber melhor a geometria, especialmente a do capítulo abordado; construíram-se figuras e fizeram-se manipulações impossíveis em suporte de papel, facilitando a percepção e visualização dos exercícios; empolgou e motivou os alunos para a compreensão da geometria; foi um processo diferente de aprendizagem, que lhes poupou tempo porque chegavam às conclusões rapidamente; foi uma aprendizagem mais divertida e menos cansativa, deixando os alunos mais atentos e dando uma visão mais completa e melhorada da geometria. De que são exemplo as seguintes justificações: "*sim, porque dá uma vista mais completa e melhorada da geometria*"; "*sim, porque por exemplo nunca seria possível manipular figuras na folha de papel, e assim apercebemo-nos do que acontece quando por exemplo aumentamos um ângulo*" e "*sim acho que o programa é interessante e é uma forma de aprendizagem mais divertida e menos cansativa*".

Apenas dois alunos consideraram que o software utilizado não era muito importante, não os ajudando o suficiente na compreensão da geometria. Facto que se pode confirmar pelas justificações apresentadas: "*Não achei o programa muito interessante*" e "*acho que* *poderia ser mais trabalhado pois na minha opinião pessoal não me ajudou muito na compreensão da geometria*” e pelo gráfico seguinte.

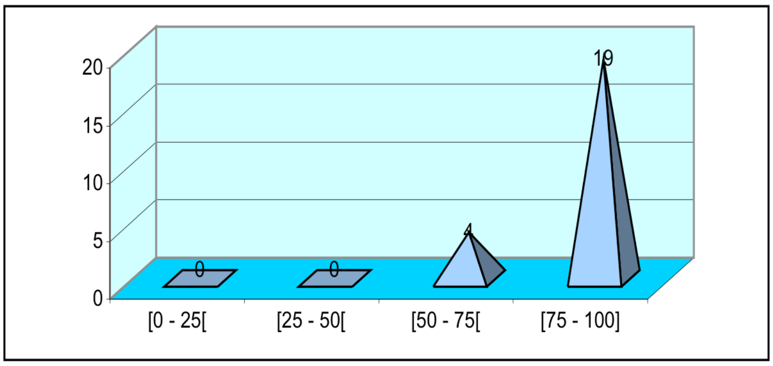


Gráfico. 23. Opinião dos alunos sobre a importância do Cabri no ensino e na aprendizagem da geometria.

De seguida pretendia-se que os alunos registassem o que mais gostaram nas aulas em que se utilizou o Cabri-Géomètre. Muitos responderam “tudo” especificando, a facilidade de aprender e resolver os exercícios, a aula de exploração, fazer construções e manipulá-las (nunca pensando que fosse possível), facilidade com que chegavam às conclusões e percebiam a matéria, a ansiedade que sentiam de descobrir as funções do programa, introdução à matéria aprendendo-se coisas novas e aplicando-as no computador, o que era uma novidade, ajuda na relação professor/aluno e aluno/aluno sentindo-se mais próximos. De que são exemplo as seguintes respostas: “*a facilidade com que chegamos às conclusões e percebíamos a matéria*”; “*gostei de manipular as figuras, foi muito interessante, nunca pensei que isso fosse possível*”; “*o que mais gostei foi da ansiedade que tinha em descobrir as funções do programa*” e “*acho que a relação aluno/professor; professor/aluno ficou melhor. Ficamos mais “próximos” uns dos outros”*.

Finalmente, a questão contrária, acerca do que menos apreciaram nas aulas em que se fez recurso ao Cabri-Géomètre. Muitos responderam ser filmados, sentiram-se incomodados com a presença da máquina de filmar, outros responderam nada, houve ainda alguns que explicitaram, fichas por vezes compridas, tempo de espera entre os exercícios, as primeiras aulas em que não tinham muita experiência, ser tão seguido, pouco tempo para a realização do teste, surgiram ainda respostas do tipo, ser tão pouco tempo, devendo existir sempre o uso do computador nas aulas e na disciplina. Como exemplos destes dados, apresentam-se as seguintes respostas dos alunos: “*foi a lentidão com que realizamos* *os exercícios pois quando acabava um exercício queria logo começar a realizar outro*" e "*eu gostei de tudo, estava tudo muito bom neste seu projecto*".

Pelos dados recolhidos pode-se concluir que os alunos consideraram que esta experiência foi bastante agradável tendo-se sentido, na maioria, extremamente motivados para a aprendizagem, realizando as tarefas com empenho e dinamismo e considerando o Cabri-Géomètre um óptimo programa para a abordagem de conteúdos matemáticos, sendo simples, intuitivo, atractivo, dinâmico, fácil de controlar mas de elevado grau de complexidade, revelando-se ideal como complemento para o ensino da Matemática.

CAPÍTULO V – CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES

A presente dissertação descreve um estudo realizado incidindo na análise e posterior avaliação do Cabri-Géomètre, segundo a proposta de Squires & McDougall, no que à Unidade Didáctica – "*Circunferência e polígonos: rotações*", constante do programa de Matemática do 9º ano de escolaridade, diz respeito e tendo em conta, nomeadamente, o público-alvo com que se trabalhou e o perfil e intenções da professora que conduziu a investigação.

Com o processo de avaliação, que pressupõe a exploração do software pelo público-alvo, pretendia-se verificar se as hipóteses formuladas no processo de 'análise', relativos aos paradigmas de interacção entre as perspectivas dos diversos actores consideradas por Squires & McDougall – '*designer*-professor', '*designer*-aluno' e 'professor-aluno(s)' – se confirmavam ou não. Importava, ainda, estudar quais as condições que potenciam uma adequada exploração do software em ambiente natural de sala de aula e, secundariamente, se o Cabri e a proposta dos autores resistem mutuamente.

O 'estudo de caso' com fortes aproximações à 'investigação-acção', decorreu numa turma intacta do 9º ano de escolaridade com 23 alunos. A maioria disse ter computador em casa e que o utilizava frequentemente nesse local, principalmente para jogar, escrever textos e pesquisar. Referiram, ainda, que raramente usavam o computador na escola e/ou nas aulas, embora gostassem de o fazer e lhe atribuíssem muita importância. No caso particular da Matemática, os alunos referiram nunca ter usado qualquer software específico nas aulas dessa disciplina embora gostassem de o fazer atribuindo-lhe importância. Em termos do design experimental, após o preenchimento do Questionário Inicial os alunos tiveram uma sessão de exploração livre do Cabri, à qual se seguiu a realização de um teste com intenções, essencialmente, de diagnóstico. Era constituído por duas partes – uma 'teórica' e outra 'prática', esta última exigindo a utilização do Cabri. Após esta sessão, procedeu-se à abordagem da Unidade Didáctica, que ocupou 7 sessões de 90 minutos. O principal método e estratégias didácticas utilizadas foram a resolução, em pares, de 5 fichas de trabalho, sobre os conteúdos em causa, por recurso ao Cabri-Géomètre, e apresentação e discussão da sua resolução, culminando numa síntese das principais conclusões. Todo o processo foi vídeogravado e registado em diário. A experiência terminou com a realização do teste final e com o preenchimento de um Questionário Final.

As principais conclusões de tal estudo apresentam-se neste capítulo que termina com uma reflexão sobre limitações e possíveis implicações do mesmo e com sugestões para investigação futura.

5.1. Principais conclusões

Os objectivos que o estudo persegue aglutinam-se em quatro campos essenciais, com pesos necessariamente diferentes:

- interacção das perspectivas '*designer*-professor';
- interacção das perspectivas '*designer*-aluno';
- interacção das perspectivas 'professor-aluno(s)';
- resistência da aplicação do paradigma proposto por Squires & McDougall ao Cabri-Géomètre.

Os mesmo vão organizar a forma como se apresentam e discutem as principais conclusões do estudo.

5.1.1. Interacção das perspectivas '*designer*-professor'

No que se prende com a interacção '*designer*-professor' confirma-se que o Cabri permite a gestão do currículo e, nomeadamente, da Unidade Didáctica em estudo – "Circunferência e polígonos: rotações" – quer a nível dos princípios orientadores, quer a nível das competências a desenvolver; dos conteúdos a abordar; dos métodos/estratégias que se quis utilizar; do tipo e instrumentos de avaliação a praticar. Tal como se pode constatar pela descrição da forma como decorreram as aulas, o Cabri permite que o professor pratique um ensino assente numa perspectiva construtivista de aprendizagem assumindo, o aluno, um maior protagonismo na construção do conhecimento, na interacção com os outros e o artefacto papel que liberta o professor para o exercício da ajuda nesse processo. O Cabri suportou a realização das fichas de trabalho, permitindo abordar temas de revisão como as propriedades dos paralelogramos e os critérios de semelhança de triângulos, bem como a Unidade Didáctica em questão, pela resolução de problemas e de outras tarefas sobre ângulos ao centro e inscritos, tangentes à circunferência, polígonos inscritos numa circunferência, rotações, translações e simetrias que, por sua vez, instigam ao estabelecimento de propriedades e conjecturas e sua verificação. Assim, contribuiu para o desenvolvimento de inúmeras competências, das quais o raciocínio, a argumentação, a comunicação, a autonomia, o espírito crítico, a valorização da matemática, entre outras, tal como confirmado pela observação directa, pelo teste e através do Questionário Final aplicado aos alunos. A análise do Questionário Final também revela que a maioria dos alunos partilha da opinião, nomeadamente de que o Cabri permite abordar os conteúdos da Geometria e relacioná-los com outros conteúdos; facilita a aprendizagem e melhora a percepção da Matemática; possibilita a elaboração de conjecturas e sua testagem e a pesquisa de propriedades; promove e desenvolve o raciocínio e uma aprendizagem activa e dinâmica permitindo a visualização de determinados aspectos.

As situações de relativo insucesso, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento de competências geométricas, detectadas pela análise do teste, principalmente, na versão pós-teste, não parecem poder ser imputadas à ferramenta em si mas, essencialmente, à forma como evoluiu a implementação da unidade, retratada na descrição das aulas, a que a parca formação didáctica da professora, aliada à pouca experiência, quer por parte da docente quer por parte dos alunos, na vivência deste tipo de situações, não são alheios. Realmente, diferentes ritmos na resolução das fichas iniciais de trabalho, que dificultavam a sua discussão, quer questão a questão, quer por blocos (situações que se experimentaram) e que provocaram, inevitavelmente, o atropelo da planificação pensada, levaram a que a professora, por pressões de vária ordem, nomeadamente, a legítima preocupação de abordar os conteúdos sobre os quais os alunos iriam ter que responder nos exames, gradualmente assumisse uma postura pedagógica mais directiva que perverteu o design experimental pensado e que, certamente, condicionou os resultados obtidos.

De destacar que, relativamente à avaliação, o Cabri esteve ao serviço, não só da avaliação contínua, como da própria avaliação sumativa, ambas com intenções formativas. Realmente, o Cabri foi usado como ferramenta de suporte às questões constantes da parte prática do teste, prática pouco habitual entre nós.

5.1.2. Interacção das perspectivas '*designer*-aluno'

Relativamente à interacção '*designer*-aluno' e no respeitante à teoria de aprendizagem que se pretendia adoptar – construtivista, nas variantes construcionista e construtivista comunal – verifica-se que o Cabri, pela sua própria natureza, possibilita, de facto, uma abordagem centrada nesta perspectiva proporcionando ao aluno elevados níveis de controlo, complexidade e desafio.

Realmente, a descrição das aulas, apoiada no diário do professor e nos registos vídeo das sessões, evidencia que os alunos exercem completo controlo, quer a nível funcional quer a nível intencional com a ferramenta, aspecto que não é alheio ao facto de ser um software 'aberto' e portanto, bastante complexo. Recorde-se um exemplo registado na 4ª sessão em que a construção de um paralelogramo é realizada de modos diferentes pelos grupos – uns construíram duas rectas horizontais paralelas e de seguida duas rectas verticais paralelas, enquanto outros traçaram duas rectas concorrentes e de seguida duas rectas paralelas àquelas. Os próprios alunos têm consciência disso manifestando-a nas respostas ao Questionário Final, segundo as quais a maioria dos alunos considera o Cabri um software de rápida familiarização, de comandos simples e intuitivos, de fácil controlo, mas bastante complexo.

Quanto ao ser desafiante, valência relacionada com o tipo de feedback que proporciona, o Cabri também revelou elevados níveis de desafio intrínseco ao desenvolvimento da tarefa e ao sucesso da resolução, e não mais pobre apostando, por exemplo, em resposta do tipo 'certo' e 'errado'.

Os alunos também têm consciência deste facto, concordando, a maioria que o Cabri "estimula a novidade, a imaginação e a criatividade, tornando-se desafiante".

Relativamente ao construcionismo, os alunos realmente construíram conhecimento na interacção com o Cabri. Tal situação pode ser comprovada por diversas passagens ou exclamações dos alunos retiradas das sessões de trabalho. Por exemplo, na 5ª sessão, depois de determinarem, com o Cabri, as medidas da amplitude dos ângulos opostos de um quadrilátero, os alunos, manipularam a figura e verificaram que os ângulos mantinham as mesmas medidas de amplitude, aumentaram e diminuíram a construção, denotando que os ângulos mantinham a sua posição e as suas medidas de amplitude, o que conduziu à necessidade de uma justificação que se prendeu com a visualização de serem ângulos de lados correspondentes. Ainda nesta sessão um comentário é comprovativo da possibilidade de construção de conhecimento com esta ferramenta, tendo os alunos exclamado "*Professora este programa é muito útil porque não precisamos de estar sempre a construir figuras novas, como no papel. Para averiguar diferentes casos, basta manipular a figura construída e retirar as conclusões*". Já na 8ª sessão, para verificarem a conjectura formulada – a ângulos ao centro iguais, correspondem arcos e cordas iguais e vice-versa –, os alunos determinaram, com os comandos apropriados, o comprimento das cordas e as medidas de amplitude dos ângulos, manipularam a figura e observaram que todos os comprimentos e todas as amplitudes aumentavam ou diminuíam na mesma proporção, verificando facilmente a propriedade.

Também as respostas a determinadas questões do Questionário Final (quadro 15) o comprovam, por exemplo: 91% dos alunos dizem concordar (52% parcialmente, 39% totalmente) com a afirmação "o Cabri-Géomètre permite a visualização de alguns aspectos essenciais da matéria abordada", 9% dizem não concordar parcialmente mas nenhum refere discordar parcialmente; relativamente à afirmação "o Cabri-Géomètre permite uma aprendizagem mais activa e dinâmica da geometria", 87% dos alunos dizem concordar (48% totalmente e 39% parcialmente) e 13% discordar (4% totalmente e 9% parcialmente); no respeitante à afirmação "o Cabri-Géomètre permite que o aluno se sinta responsável pela sua própria aprendizagem", 87% voltam a concordar, mas desta vez, 35% totalmente e 52% parcialmente e 13 % discordam (9% parcialmente e 4% totalmente); por fim, quanto à afirmação "o Cabri-Géomètre não permite o desenvolvimento de actividades duma forma autónoma" - 70% dizem não concordar (35% totalmente e 35% parcialmente) e 30% concordar (4% totalmente e 26% parcialmente).

Mas tal processo era potenciado pela interacção com os outros que, na opinião dos alunos, o Cabri promove. Veja-se, por exemplo, o resultado das respostas a duas afirmações constantes do Questionário Final, apresentadas no quadro 15 – todos os alunos dizem concordar, 57% parcialmente e 43% totalmente, que "o Cabri-Géomètre facilita a comunicação na sala de aula entre os alunos e o professor". Já no respeitante à afirmação "o Cabri-Géomètre não facilita a interacção na sala de aula entre alunos", 61% dizem discordar (44% totalmente e 17% parcialmente) e 39% concordar (22% parcialmente e 17% totalmente).

É, também, exemplo desta interacção uma situação passada na 4ª sessão em que, para provarem que nem todos os quadriláteros que apresentam os lados iguais dois a dois são paralelogramos, sugeria-se a construção de um papagaio. Os alunos começaram por discutir, nos grupos, passando, depois, para uma discussão com a turma, partilhando e expondo ideias de como o fariam em papel, para depois o realizarem no Cabri. Outro exemplo é o da 7ª sessão em que alguns alunos sentiram sérias dificuldades na construção de um triângulo geometricamente igual a um dado, pelo que os grupos, mais adiantados, auxiliaram os respectivos colegas dando-lhes sugestões e tentando não facultar as respostas.

Constituiu-se, assim, em alguns momentos, uma comunidade aprendente, possível de se observar na realização de uma tarefa na 6ª sessão em que, para construírem um triângulo equilátero, os alunos tentaram explicar, em conjunto, como proceder, comentaram os passos que tinham de realizar, foram elaborando tentativas no computador. Alguns grupos obtiveram um triângulo isósceles, explicaram como o tinham executado e, partilhando tentativas, obtiveram o equilátero.

5.1.3. Interacção das perspectivas 'professor-aluno(s)'

No respeitante à interacção professor-aluno(s) confirma-se que o Cabri permite uma mudança de papéis do professor e do aluno, assumindo o professor o papel de gestor, de coach, de investigador e facilitador. Quanto ao papel de gestora, a professora viu-se obrigada a eliminar algumas actividades, assentes em passatempos/desafios, por falta de tempo, o que é visível na 7ª e na 10ª sessão em que as últimas propostas foram avançadas. Relativamente ao papel de coach, a professora auxiliou determinados grupos enquanto outros trabalhavam de forma autónoma, apresentando-se um exemplo ocorrido na 8ª sessão em que os alunos tinham de construir um ângulo inscrito numa semi-circunferência, o que se tornou um pouco complicado, pelo que a professora foi explicando as instruções e auxiliando os grupos que não as compreendiam. Outro exemplo foi o da 10ª sessão em que os alunos tinham de construir um pentágono inscrito numa circunferência. Após algumas tentativas e interrogações alguns grupos obtiveram a figura final, mas outros sentiram sérias dificuldades, pelo que a professora foi prestando uma ajuda mais individualizada até à fase em que o processo se tornava repetitivo. No respeitante à função de investigador, é de salientar que, pelas ocorrências de sala de aula a que a professora estava atenta, numa perspectiva critica e reflexiva, sentiu-se obrigada, em certas situações, a alterar as estratégias das propostas didácticas. Exemplo disso é a 7ª sessão em que os alunos tinham de construir um triângulo, recorrendo aos eixos cartesianos do programa. Esta tarefa tornou-se monótona para alguns grupos, que rapidamente a concretizaram, pelo que, para não se distanciarem demasiado do trabalho dos outros, a professora decidiu que seriam aqueles a tirar as dúvidas surgidas aos colegas. Por fim, quanto à função de facilitador, a professora, na 5ª sessão, na tarefa que se destinava a tirar conclusões sobre os ângulos consecutivos de um paralelogramo, observando que os alunos não apresentavam soluções, foi pedindo para fazerem associações, guiando-os para o objectivo final. Também na 8ª sessão a professora teve de intervir como guia, alimentando o processo, de modo a que os alunos construíssem um ângulo inscrito numa circunferência, dando dicas, apresentando sugestões, desafiando para os fazer atingir conclusões. Ao aluno era atribuído um papel mais activo, responsável e autónomo na sua aprendizagem.

Como já vimos no ponto anterior, o Cabri facilita e fomenta a interacção entre estes dois intervenientes no processo de ensino e aprendizagem. Estas características podem ser observadas quando analisadas as sessões de trabalho descritas e os resultados obtidos nas respectivas questões do Questionário Final. Quanto às sessões de trabalho apresenta-se um exemplo ilustrativo da situação, em que, na 8ª sessão, ao tentarem comparar os ângulos com os arcos correspondentes, os alunos verificaram não ser possível determinar, com o programa, a amplitude dos arcos correspondentes. Então, questionam os colegas de grupo e a turma e, sem chegarem a uma conclusão, discutem com a professora a sua impossibilidade. Um outro exemplo provém da 9ª sessão em que os alunos tinham de construir um hexágono inscrito numa circunferência. Para tal, discutiram com os colegas de grupo e de seguida com a turma como a realizar, partilhando conceitos e estratégias, descobrindo soluções, sendo estimulados pela professora a relembrar as construções efectuadas em papel e lápis e a transporem conhecimentos.

Resultados do Questionário Final também corroboram as hipóteses formuladas uma vez que a maioria dos alunos foi da opinião que "o Cabri-Géomètre facilita a aprendizagem da Geometria pelo facto do professor deixar de 'debitar' matéria e incentivar o aluno à exploração dos conteúdos", concordando 91% (56% totalmente e 35% parcialmente) com a afirmação. Apenas 9% discordaram, parcialmente, que o Cabri promove a interacção professor-aluno(s) e lhes proporciona mais responsabilidade.

Concluindo, no respeitante à interacção '*designer*-professor' o Cabri permitiu uma implementação do currículo, mais especificamente, da Unidade Didáctica "Circunferência e polígonos: rotações" apropriada e interligada com os seus componentes essenciais: público-alvo, competências, conteúdos, métodos e avaliação, proporcionando situações de aprendizagem diversificadas, tendo em conta os interesses, o ritmo e aptidões dos alunos, possibilitando, deste modo, uma abordagem inovadora e significativa de tópicos de geometria.

Relativamente à interacção '*designer*-aluno' o Cabri revelou-se um software assente na teoria construtivista de aprendizagem proporcionando aos alunos elevados níveis de controlo, desafio e complexidade.

Por fim, no que diz respeito à interacção 'professor-aluno(s)' o Cabri permitiu a realização de actividades que possibilitaram um nível de aprendizagem significativo por parte do aluno e o desenvolvimento de interacções efectivas entre professor e aluno(s). Ao professor permitiu ser um facilitador da aprendizagem que estimulou, no aluno, com base na realização de actividades de exploração, a descoberta e a investigação contribuindo para o desenvolvimento do espírito critico, da imaginação e da intuição do mesmo, proporcionando-lhe liberdade total nas abordagens às tarefas de modo a ser autónomo. Ao aluno, possibilitou-lhe ser activo nas aprendizagens, através da exploração e manipulação de figuras geométricas, formulação e testagem de conjecturas, descoberta de propriedades, construindo, assim, o seu conhecimento. Pelo que se pode concluir que o *designer* esteve atento aos novos papéis do professor e aluno(s).

5.1.4. Resistência do Cabri-Géomètre e do paradigma proposto por Squires & McDougall

Após análise e avaliação do Cabri-Géomètre à luz do paradigma proposto por Squires & McDougall (1994, 2001), esta última realizada com uma turma integral de 9º ano de escolaridade, pode-se concluir que este software revela-se resistente aos parâmetros referidos em tal proposta.

Dada a exigência de tal paradigma, pode-se concluir que o Cabri é, de facto, um software a usar, de uma forma sistemática, num processo de ensino e aprendizagem de matemática e de geometria em particular, que se queira verdadeiramente significativo e inovador.

Inversamente, também o paradigma em causa se revela resistente ao Cabri, confirmando-se que a proposta é adequada a softwares abertos do tipo dos A(D)GD's.

5.2. Limitações e implicações do estudo

As limitações do estudo prenderam-se com diversos factores, um dos quais o reduzido tempo para a realização da investigação, principalmente da parte experimental, que não permitiu um estudo com a profundidade desejada. Dado que os novos desafios impostos pelo processo de Bolonha não pressupõem uma dilatação do tempo destinado à conclusão do Mestrado, provavelmente há que investir em projectos menos ambiciosos que este para não se fazer perigar a qualidade dos estudos. A este propósito ver Cabrita (2000).

De referir que a investigadora teve algumas dificuldades na construção dos instrumentos de investigação cuja reformulação acabou por atropelar ainda mais o tempo destinado ao estudo.

Relativamente a questões técnico/logísticas há a referir a incompatibilização dos horários livres das salas de Informática e de um dos blocos de aula da turma, o que obrigou a que as segundas sessões de trabalho da semana se realizassem na aula de Estudo Acompanhado disponibilizada pela Directora de Turma. Por outro lado, os computadores das salas de Informática eram muito antigos, pelo que, por vezes, originavam problemas técnicos, essencialmente com o rato, que se apresentava o principal meio de controlo do Cabri-Géomètre. Ainda neste ponto há a salientar que, uma das salas de Informática, onde se realizou a experiência, não se adequava, nem proporcionava o nível de interacção requerido entre os alunos, devido à sua organização e espaço. A este nível, há que dotar as escolas com melhores condições para a prática lectiva e também investigativa, que facilita a operacionalização das mais recentes orientações para o ensino e a aprendizagem da Matemática.

De referir, também, que esta foi uma experiência piloto quer para os alunos, quer para a professora, o que conduziu a uma menos eficiente gestão do tempo e das dinâmicas de sala de aula.

Dos objectivos perseguidos os que foram menos conseguidos relacionam-se com a aquisição de competências geométricas e a aprendizagem dos conteúdos abordados, não porque o Cabri não se adeqúe à abordagem da Unidade Didáctica mas, principalmente, devido a desvios à planificação que a professora se sentiu obrigada a fazer.

As próprias fichas de trabalho poderiam ter contribuído para a melhoria dos resultados obtidos pelos alunos, se se apresentassem menos fechadas na própria matemática e apelassem a níveis mais elevados de pensamento e raciocínio.

Tais resultados reforçam, por um lado, a necessidade de se investir, fortemente, ao nível da formação dos professores para que abordagens didácticas como as pensadas na génese deste estudo possam, realmente, assumir um carácter sistemático, em todas as disciplinas e, assim, contribuir para um processo educativo mais consentâneo com as exigências actuais e com as que se perspectivam. Tal formação também deve proporcionar mais oportunidades para se investir na construção de tarefas mais interessantes para os alunos desenvolverem, quer ao nível duma avaliação contínua quer sumativa. Por outro lado, reforçam a convicção de que a qualidade do software não é condição suficiente para o exercício de uma práxis eficaz, eficiente e inovadora e para uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

5.3. Sugestões para investigações futuras

Após a conclusão deste estudo, pensa-se que seria interessante estendê-lo a outros públicos, principalmente, da escolaridade básica, nomeadamente a crianças com necessidades educativas especiais. Também era importante que fossem utilizados outros softwares, com características próximas do Cabri, ou, pelo contrário, concebidos e criados em lógicas muito diferentes para ver da mútua adequação do software à proposta de Squires & McDougall e do seu impacto ou mesmo impacte no processo educativo.

Finalmente, seria interessante que os próprios professores investigadores tivessem níveis diferenciados de experiência com este tipo de situações.

O cruzamento do resultado de tais investigações poderia dar pistas interessantes de como potenciar a utilização de software em prol de uma aprendizagem de qualidade e de sucesso.

BIBLIOGRAFIA

Aarnes, F. & Knudtzon, S. (2003). *Conjecture and discovery in geometry*. http://www.msi.vxu.se/picme10/F5AJ.pdf (acedido em 5/10/2004).

Abrantes, P. (1997). A tecnologia no currículo de Matemática: dez anos de investigação em Portugal. In *Educação Matemática* (45). Lisboa: APM (p.27-31).

Abrantes, P., Leal, L., Teixeira, P. e Veloso E. (1997). *MAT789 – Inovação curricular em Matemática*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Accascina, G. & Tomasi, L. (2003). *Intervista a Jean-Marie Laborde, l'ideatore di Cabri Géomètre*. http://www.fardiconto.it/cabrirrsae/bollettini/doc/boll_37.pdf (acedido em 5/10/2004).

Afonso, C. (2002). *As fases de aprendizagem do modelo de van Hiele – uma experiência no ensino da geometria com futuros professores do 1º Ciclo*. Braga: Universidade do Minho. Instituto de Educação e Psicologia (Dissertação de Mestrado).

Albion, P. (2000). *Heuristic evaluation of educational multimédia: from theory to practice*. https://secure.ascilite.org.au/conferences/brisbane99/papers/albion.pdf (acedido em 5/03/2005).

Almeida, J. e Pinto, J. (1990). *A investigação nas Ciências Sociais*. Lisboa: Ed. Presença.

Alonso, M. (1996). *Inovação curricular, profissionalidade docente e mudança educativa*. In Dez anos de ProfMat – Intervenções. Lisboa: APM (p.309-321).

Alves, G. e Soares, A. (s/d). *Geometria dinâmica: um estudo de seus recursos, potencialidades e limitações através do software Tabulae*. http://www.javasoft.com.br/academic/sbc2003/arq0121.pdf (acedido em 6/02/2005)

Antunes, C. (2003). *Que é uma escola construcionista?* http://www.aprendercuritiba.org.br/aprendercuritiba/index.php?portal=269&cod_not=2006&PHPSESSID=d8d16ae44d8f5125341fa850bef6e0a1 (acedido em 30/10/2004).

Arendt, R. (2003). *Construtivismo ou construcionismo? Contribuições deste debate para a Psicologia Social*. Journal: Estudos de Psicologia (Natal), Vol: 8, Artigo: 1 http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-294X2003000100002 (acedido em 30/10/2004).

Atayde, A., Pádua, C. e Teixeira, A. (2002). *Um estudo para desenvolvimento de metodologia de avaliação de qualidade de software educacional infantil.* http://www.dcc.ufmg.br/pos/html/spg2002/anais/atayde/atayde.pdf (acedido em 5/03/2005).

Barbosa, A. (2002). *Geometria no plano numa turma do 9º ano de escolaridade: uma abordagem sociolinguística à teoria de van Hiele usando o computador*. Lisboa: APM (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Departamento de Matemática Pura).

Bellemain, F. (1992). *Conception, réalisation et expérimentation d'un logiciel d'aide à l'enseignement de la géométrie : Cabri-géomètre*. Grenoble: Universite Joseph-Fourier (Tese de Doutoramento).

Bellynck, V. (1999). *Introduction d'une vue textuelle synchronisée avec la vue géométrique primaire dans Cabri-II*. Grenoble: Universite Joseph-Fourier (Tese de Doutoramento).

Beltrametti, C., Esquivel, L. & Ferrari, E. (2003). *Determinación de los niveles de pensamiento geométrico según la teoría de van Hiele en estudiantes de profesorado de Matemática al inicio de un curso de geometría métrica.* http://www1.unne.edu.ar/cyt/2003/comunicaciones/09-Educacion/D-013.pdf (acedido em 5/10/2004).

Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.

Boieri, P. (2004). *Cabri-Géomètre: un software per l'apprendimento della geometria*. http://www.fardiconto.it/cabrirrsae/bollettini/doc/boll_01.pdf (acedido em 5/10/2004).

Boieri, P. & Dané, C. (2003). *Itinerari didattici com Cabri*. http://kidslink.bo.cnr.it/cabri/bollettini/boll_3536.pdf (acedido em 5/10/2004)

Boieri, P. & Ramassotto, A. (1997). *Da Cabri 1.7 a Cabri II.* http://kidslink.bo.cnr.it/geom/dacabri1.html (acedido em 5/10/2004).

Borges, C. (1994). *A linguagem Logo no ensino/aprendizagem de conceitos geométricos no 7º ano de escolaridade*. Aveiro: Universidade de Aveiro (Dissertação de Mestrado).

Brandt, C. & Colatusso, M. (1999). *A construção de objetos geométricos em ambientes dinâmicos*. http://www.cabri.com.br/pesquisas/c99_anais/re/re_celiabrandt.htm (acedido em 5/10/2004).

Brooks, J. e Brooks, M. (1993). *The case for constructivist classrooms*. http://www.artteacherconnection.com/pages/constructionism.htm (acedido em 30/10/2004).

Cabrita, I. (1998). *Resolução de problemas: aquisição do modelo de proporcionalidade directa apoiada num documento hipermédia*. Aveiro: Universidade de Aveiro (Tese de Doutoramento).

Cabrita, I. (1999). *As TIC e a construção duma nova cultura de escola num novo século*. In Actas do Congreso Internacional de Información — Info'99. Habana, Cuba (versão CD-ROM).

Cabrita, I. (2000). Mitos e realidades na investigação em educação matemática - considerações a propósito da 'Resolução de problemas: aquisição do modelo de proporcionalidade directa apoiada num documento hipermédia'. In J. F. Matos. e E. Fernandes (ed.). *Investigação em Educação Matemática - perspectivas e problemas*. Lisboa: APM (p.19-59).

Cabrita, I. (2005). *'Imagens de Interculturalidade' na recriação de um ambiente comunal de aprendizagem*. In. Associação Nacional de Professores (Secção de Castelo Branco), A escola que aprende: Tecnologias, Informação e Conhecimento, Actas das XIII Jornadas Pedagógicas e VIII Transfronteiriças. Castelo Branco: RVJ Editores (p.83-108).

Cabrita, I. e Correia, E. (1999). As TIC e a construção duma (nova) cultura matemática. In *Actas do ProfMat 99*. Lisboa: APM (p.281-287).

Cabrita, I. e Silva, R. (2004). *Análise de um ambiente dinâmico de geometria dinâmica – Cabri-Géomètre II*. Comunicação apresentada no Seminário – Utilização e Avaliação de Software Educativo, Torre do Tombo, promovido pelo DGIDC – Ministério da Educação, 21 de Dezembro de 2004 (em publicação). http://www.minerva.uevora.pt/sacausef/

Cachapuz, A., Praia, J. e Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino da ciência*. Lisboa: ME.

Carvalho, N. (s/d). *Um ensaio de especificação das condições sob as quais os problemas de construção podem contribuir à entrada no estudo do caráter funcional de transformações*. http://www.uniandrade.br/simposio/pdf/mat122.pdf (acedido em 12/03/2005)

Coelho, M. (1995). *O Cabri-Géomètre na resolução de problemas – estudo sobre processos evidenciados e construção de conhecimento por alunos do 6º ano de escolaridade*. Aveiro: Universidade de Aveiro (Dissertação de Mestrado).

Coelho, M. e Saraiva, M. (2002). *Ensino e aprendizagem da geometria*. Covilhã: Secção de Educação Matemática, Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação (SPCE).

Comissão de Reforma do Sistema Educativo (CRSE), (1988*). Renovação do currículo de Matemática*. Lisboa: Ministério da Educação. Gabinete de Estudos e Planeamento.

Conselho Nacional de Educação, (1998). *Educação: memorias e testemunhos*. Lisboa: Gradiva.

Costa, F., (1999). *Contributos para um modelo da avaliação de produtos multimédia centrado na participação dos professores*. http://www.fpce.ul.pt/projectos/pedactice/doc/comunicacao46.pdf (acedido em 5/03/2005).

Diehl, L. (2001). *O origami e a relação de Euler*. http://www.abcorigami.pro.br/origamieuler.htm (acedido em 6/02/2005).

Duarte, J. (s/d). *Ambientes de geometria dinâmica*. http://www.ese.ips.pt/nonio/cadernos/publicacoes/matnet/geom/ (acedido em 12/03/2005).

Fino, C. (1998). *Um software educativo que suporte uma construção de conhecimento em interacção (com pares e professor)*. http://www.minerva.uevora.pt/simposio/comunicacoes/Carlos_Fino.html (acedido em 30/10/2004).

Fonseca, L. (2004). *Formação inicial de professores de matemática: a demonstração em geometria*. Aveiro: Universidade de Aveiro (Tese de Doutoramento).

Fortuny, J. & Giménez, J. (1994). *Geometria amb el Cabri-Géomètre*. http://www.xtec.es/recursos/curricul/compacta/cred12.pdf (acedido em 5/10/2004).

Freire, P. (1999). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Colecção Leitura, Ed. Paz e Terra, 12ª edição, Rio de Janeiro.

Freitas, C. (1997). A integração das NTI no processo de ensino-aprendizagem. In C. Freitas, M. Novais, V. Baptista e J. Ramos, *Tecnologias de informação e comunicação na aprendizagem*. Lisboa: IIE (p.11-20).

Galvão Filho, T. (2001). *A Educação Especial e novas tecnologias: o aluno construindo sua autonomia*. Revista INTEGRAÇÃO, Brasília, MEC, ano 13, n.º 23, p.24 – 28. http://infoesp.vilabol.uol.com.br/filosof1.htm (acedido em 30/10/2004).

Garcia, M. & Cuevas, R. (2002). Computer supported collaborative learning in mathematics. In A. Vilas, J. González & I. Maldonado, I. *Conferencia internacional de TIC's en la educación*. Vol. I. Badajoz: Junta de Extremadura. Consejería de Educación, Ciencia y Tecnología.

Gladcheff, A., Sanches, R. e Silva, D. (2001). *Um instrumento de avaliação de qualidade de software educacional: como elaborá-lo*. http://www.ime.usp.br/dcc/posgrad/teses/anapaula/artigoWQS.PDF (acedido em 5/03/2005).

Gladcheff, A., Silva, D. e Maldonado, J. (1999). *Diretrizes para um instrumento de avaliação de qualidade para software de ensino*. http://www.ime.usp.br/dcc/posgrad/teses/anapaula/artigoWork.PDF (acedido em 5/03/2005).

Gladcheff, A., Zuffi, E. e Silva, D. (2001). *Um instrumento para avaliação da qualidade de softwares educacionais de Matemática para o Ensino Fundamental*. http://www.ime.usp.br/dcc/posgrad/teses/anapaula/artigoWIE.PDF (acedido em 5/03/2005).

Gomes, A., Castro Filho, J., Gitirana, V., Spinillo, A., Alves, M., Melo, M. e Ximenes, J. (2002). *Avaliação de software educativo para o ensino de matemática*. http://www.projetoativa.hpg.ig.com.br/docs/avaliacaosoftware.pdf (acedido em 5/03/2005).

Graf, K. & Hodgson, B. (1998). The computer as a context for new possible geometrical activities. In C. Mammana & V. Villani. *Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers (p.144-158).

Gravina, M. (1996). *Geometria dinâmica: uma nova abordagem para o aprendizado da geometria*. http://www.mat.ufrgs.br/~edumatec/artigos/artigos.htm (acedido em 6/02/2005).

Gravina, M. e Santarosa, L. (1998). *A aprendizagem da Matemática em ambientes informatizados*. http://solaris.niee.ufrgs.br/ribie98/TRABALHOS/117.PDF (acedido em 6/02/2005).

Guimarães, H. (2003). Pontos críticos no ensino e aprendizagem da Matemática: algumas dicotomias. In *Educação Matemática* (75). Lisboa: APM (p.3-6).

Guimarães, L., Belfort, E. & Bellemain, F. (2002). *Geometry: back to the future?* http://www.math.uoc.gr/~ictm2/Proceedings/pap384.pdf (acedido em 5/10/2004).

Guzdial, M. (1997). *Constructivism vs constructionism*. http://www.cc.gatech.edu/edutech/LBD/constructivism.html (acedido em 30/10/2004).

Hara, L. (1997). *Conceitos sobre apresentação de dados geográficos*. http://www.dpi.inpe.br/teses/lauro/cap3.pdf (acedido em 6/02/2005).

Haugland, S. & Wright, J. (1997). *Young children and technology – A world of discovery*. Bóston (MA): Allyn and Bacon.

Hébert, M., Goyette, G. & Boutin, G. (1990). *Investigação qualitativa - fundamentos e práticas*. Lisboa: Instituto Piaget.

Hershkowitz, R. (1998). About reasoning in geometry. In C. Mammana & V. Villani. *Perspectives on the teaching of geometry for the 21st century*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers (p.29-37).

Holmes, B.; Tangney, B.; FitzGibbon, A.; Savage, T. & Mehan, S. (2001). *Communal constructivism: students constructing learning for as well as with others*. http://www.cs.tcd.ie/publications/tech-reports/reports.01/TCD-CS-2001-04.pdf (acedido em 31/01/2005).

http://www.cabri.com/web/nsite/html/cabri_3d.html (acedido em 5/10/2004).

http://www.cabri.com/web/nsite/html/cabri_jr_.html (acedido em 5/10/2004).

Indovina, G. (1999). *Gli strumenti classici della geometria ed il Cabri-Géomètre*. http://math.unipa.it/~grim/indovina.pdf (acedido em 5/10/2004).

Junqueira, M. (1995a). *Aprendizagem da geometria em ambientes computacionais dinâmicos: Um estudo no 9º ano de escolaridade*. Lisboa: APM (Dissertação de Mestrado – Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Secção Autónoma de Ciências Sociais Aplicadas. Ciências da Educação).

Junqueira, M. (1995b). *Conjecturas, provas, geometria e computadores: como interligar*. In Actas do ProfMat 95. Lisboa: APM (p.85-95).

Junqueira, M. e Valente, S. (1997). Conjecturas e provas em geometria – uma nova visita à ilha do triângulo equilátero. In *Educação Matemática* (45). Lisboa: APM (p.44-48).

Junqueira, M. e Valente, S. (1998). *Exploração de construções geométricas dinâmicas – materiais para a sala de aula*. Lisboa: APM.

Kafai, Y. & Resnick, M. (1996). *Work in the PIE network is guided by the constructionism approach to education pioneered by Seymour Papert of the MIT Media Lab*. http://www.educatec.ch/ressources/Literature/Bildung/Constructionism (acedido em 30/10/2004).

Kahn, P. & Friedman, B. (1998). Control and power in educational computing. In H. Bromley & M. Apple, *Education, technology, power: educational computing as a social practice*. New York: State University of New York Press (p.157-173).

Laborde, C. (2000). *Why technology is indispensable today in the teaching and learning of mathematics*? http://emptweb.mps.ohio-state.edu/dwme/publications/posticme2000/laborde.pdf (acedido em 5/10/2004).

Laborde, C. (2003). *Technology used as a tool for mediating knowledge in the teaching of mathematics: the case of Cabri-Géomètre*. http://epatcm.any2any.net/EP/2003/2003S221/fullpaper.pdf (acedido em 5/10/2004).

Lajus, S. & Magnier, M. (1998). *A Escola na Era da Internet*. Lisboa: Instituto Piaget.

Lego Group, (2004). *Constructivism and constructionism: building knowledge by building things*. http://www.seriousplay.com/what_science_const.html (acedido em 30/10/2004).

Leme da Silva, M. (1997). *Teorema de Tales: uma engenharia didática utilizando o Cabri-Géomètre*. São Paulo: PUC-SP(Dissertação de Mestrado). http://www.proem.pucsp.br/TESES/M_CELIA2.HTM (acedido em 12/03/2005).

Lima, M. (1987). *Inquérito sociológico. Problemas de metodologia*. Lisboa: Ed. Presença.

Lima, T. & Cordenonzi, W. (s/d). *Avaliação da qualidade de software educacional*. http://www.inf.unifra.br/tfg2001.sis_info/tfg2001.19.pdf (acedido em 5/03/2005).

Machado, J. (1990). *Os computadores na facilitação da aprendizagem*. In Actas do PROFMAT 90, vol. I. Lisboa: APM, (p.83-96).

Mammana, C. & Villani, V. (1998). Geometry and geometry-teaching through the ages. In C. Mammana & V. Villani. *Perspectives on the teaching of geometry for the 21st century*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers (p.1-4).

Mason, J. (1995). O "quê", o "porquê" e o "como" em matemática. In *Educação Matemática* (34). Lisboa: APM (p.28-32).

Mateus, C. (1999). *Um contributo das TIC para a emergência de um novo paradigma educacional*. Desafios'99. Challenges'99. Actas da I Conferencia Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação. Braga: Centro de Competência Nónio Século XXI – Universidade do Minho (p.23-38).

Matos, J. (1987). *A Natureza do Ambiente de Aprendizagem Criado com a Utilização da Linguagem LOGO no Ensino Primário e as suas Implicações na Construção do Conceito de Variável*. Lisboa: Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica na Universidade de Lisboa.

Matos, J. (1991). *LOGO na educação matemática: um estudo sobre as concepções e atitudes dos alunos*. Lisboa: Departamento de Educação da Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa (Tese Doutoramento).

Matos, J. (1997). Modelação matemática: o papel das tecnologias de informação. In *Educação Matemática* (45). Lisboa: APM (p.41-43).

Matos, J. e Gordo, M. (1994). *Geometria e visualização*. In Actas do Profmat 92. Lisboa: APM (p.77-79).

McDougall, A. & Squires, D. (1997). *A framework for reviewing teacher professional development programmes in information technology*, Journal of Information Technology for Teacher Education, Vol. 6, No. 2. http://www.triangle.co.uk/pdf/viewpdf.asp?j=jit&vol=6&issue=2&year=1997&article=06-2-am&id=212.113.164.98 (acedido em 31/01/2005).

Meehan, S., Holmes, B. & Tangney, B. (2001). *Who wants to be a teacher? An exploration of the theory of communal constructivism at the chalk face*. http://www.triangle.co.uk/pdf/validate.asp?j=tde&vol=5&issue=2&year=2001&article=Meehan_TDEV_5_2 (acedido em 30/10/2004).

Ministério da Educação/Departamento da Educação Básica (ME/DEB), (1991). Programa de Matemática: Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem – Ensino Básico – 3º ciclo. Vol. II. Lisboa: ME/DEB.

Ministério da Educação/Direcção Geral dos Ensinos Básico e Secundário (ME/DGEBS), (1991). *Organização Curricular e Programas* – Ensino Básico – 3º ciclo. Vol. I. Lisboa: ME/DGEBS.

Miranda, G. (1998). *Concepção de um ambiente de aprendizagem LOGO em meio escolar: efeitos na cognição e nos conhecimentos geométricos de crianças de 9 – 10 anos*. Vol. I. Lisboa: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação. Universidade de Lisboa (Tese Doutoramento).

Moderno, A. (1992). *A comunicação audiovisual no processo didáctico*. Aveiro: Universidade de Aveiro (edição de autor).

NCTM, (1988). *The van Hiele model of thinking in geometry among adolescents*. Journal for research in mathematics education. Reston: NCTM.

NCTM, (1994*). Normas para o currículo e a avaliação em Matemática Escolar*. Lisboa: APM e IIE.

NCTM, (1995). *Assessment standards for school mathematics*. USA: NCTM, Inc.

NCTM, (1998). *Normas profissionais para o ensino da Matemática*. Lisboa: APM e IIE.

Neto, M. (1998). *Abordagem dinâmica da geometria num programa de formação inicial de professores*. Aveiro: Universidade de Aveiro (Dissertação de Mestrado).

Neves, M. (1988). *O computador na recuperação em Geometria de alunos do 9º ano*. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (Dissertação de Mestrado).

Niss, M. (1998). Teacher qualifications and the education of teachers. In C. Mammana & V. Villani. *Perspectives on the teaching of geometry for the 21st century*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers (p.297-318).

Oliver, M. (2000). *An introduction to the evaluation of learning technology*. http://ifets.ieee.org/periodical/vol_4_2000/intro.html (acedido em 5/03/2005).

Olson, M. (1991). *La investigación-acción entra al aula*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor.

Papert, S. (1980). *Constructionism vs. Instructionism*. http://www.papert.org/articles/const_inst/const_inst1.html (acedido em 30/10/2004)

Papert, S. (1988). *LOGO: Computadores e Educação*. São Paulo: Editora Brasiliense.

Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. http://www.cdli.ca/~elmurphy/emurphy/papert.html (acedido em 30/10/2004)

Pardal, L. e Correia, E. (1995). *Métodos e técnicas de investigação social*. Porto: Areal Editores.

Piteira, G. (2000). *Actividade matemática emergente com os ambientes dinâmicos de geometria dinâmica*. Lisboa: APM (Departamento de Educação da Faculdade de Ciências – Dissertação de Mestrado).

Ponte, J. (1987). *Actas da semana do LOGO*. Lisboa: Projecto MINERVA. Departamento de Educação. Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa.

Ponte, J. (1997). *As Novas Tecnologias e a Educação*. Lisboa: Texto Editora.

Ponte, J. (2003). A crise no ensino da matemática. In *Educação Matemática* (71). Lisboa: APM (p.3-8).

Ponte J. e Canavarro, A. (1997). *Matemática e Novas Tecnologias*. Lisboa: Universidade Aberta.

Ponte, J., Matos, J. e Abrantes, P. (1998). *Investigação em educação matemática: implicações curriculares*. Lisboa: IIE.

Ponte, J., Nunes, F. e Veloso, E. (1991). *Computadores no ensino da Matemática*. Lisboa: APM e Pólo do Projecto Minerva do DEFCUL.

Purificação, I. e Soares, M. (1999). *Cabri-Géomètre e teoria de van Hiele: possibilidades de avanços na construção de conceitos geométricos*.

http://www.cabri.com.br/pesquisas/c99_anais/cc/cc_purificacao.htm (acedido em 5/10/2004)

Queiroz, A., Gomes, A. e Carvalho, F. (2002). *Mineração de dados de IHC para interfaces educativas* http://www.sbc.org.br/reic/edicoes/2002e4/cientificos/MineracaoDeDadosDeIHCParaInterfacesEducativas.pdf (acedido em 5/03/2005).

Ribeiro, A. e Cabrita, I. (2002). O Cabri-Géomètre e a construção de uma nova cultura matemática. In J. P. Ponte et al. (org.). *Actividades de Investigação na Aprendizagem da Matemática e na Formação de Professores*. Sociedade portuguesa de Ciências de Educação – Secção de Educação e Matemática (p.135-157).

Ribeiro, A. e Cabrita, I. (2004). A geometria e a informática na formação do professor do 1º Ciclo do Ensino Básico. In A. Borralho; C. Monteiro; R. Espadeiro. *A Matemática na Formação do Professor*. Porto: SPCE- Secção de Educação e Matemática (p.137-153).

Roblyer, M., Edwards, J. & Havriluk, M. (1997). *Integrating educational technology into teaching*. New Jersey: Prentice-Hall.

Rodrigues, M. (1997). *A aprendizagem da Matemática enquanto processo de construção de significado mediada pela utilização do computador*. Lisboa: departamentos de Informática e Educação da Faculdade de ciências. Universidade de Lisboa (Dissertação de Mestrado).

Sá, M., Martins, F. e Veiga M. (2000). *Materiais de apoio ao desenvolvimento de projectos de investigação-acção*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Sangiacomo, L. (1996). *O processo da mudança de estatuto: de desenho para figura geométrica. Uma engenharia didática com o auxílio do Cabri-Géomètre*. São Paulo: PUC-SP (Dissertação de Mestrado). http://www.proem.pucsp.br/TESES/SANGIACOMO2.HTM (acedido em 12/03/2005)

Santos, L. e Canavarro, P. (2001). *Mudar de caminho, caminhar para a mudança*. In Actas do ProfMat 2001. Lisboa: APM (p.35-49).

Saraiva, M. (1991). *O computador na aprendizagem da geometria: uma experiência com alunos do 10º ano de escolaridade*. Lisboa: APM (Dissertação de Mestrado).

Saraiva, M. (1992). Raciocínio visual – parente pobre do raciocínio matemático? In *Educação Matemática* (21). Lisboa: APM (p.3-5).

Schleyer, T. & Johnson, L. (2003). *Evaluation of educational software*. http://www.jdentaled.org/cgi/content/abstract/67/11/1221 (acedido em 5/03/2005).

Schwartz, J. & Beichner, R. (1999). *Essentials of educational technology*. Needham Heights: Allyn & Bacon.

Scrimshaw, P. (2001). *Communal constructivist theory: a response to Leask & Younie*, Journal of Information Technology for Teacher Education, Vol. 10, Nos 1&2. http://www.triangle.co.uk/pdf/viewpdf.asp?j=jit&vol=10&issue=1&year=2001&article=Scrimshaw_JITT_10_1-2&id=212.113.164.98 (acedido em 31/01/2005).

Silva, A. (2002). *Características dos alunos quando se envolvem com software dinâmico de matemática The Geometer's Sketchpad*. http://www.uv.es/aprengeom/archivos2/Silva02.pdf (acedido em 12/03/2005).

Silva, J. (2003). A Matemática, a Tecnologia e a Escola. In *Educação Matemática* (71). Lisboa: APM (p.1-2).

Silva, M. (1996). *Práticas educativas e construção de saberes. Metodologias da Investigação-Acção*. Lisboa: IIE.

Silveira, B. (2002). Cabri, Cinderella e Sketchpad. In *Educação Matemática* (70). Lisboa: APM (p.5-9).

Squires, D. & McDougall, A. (1994). *Choosing and using educational software: a Teachers' Guide*. London: The Falmer Press.

Squires, D. & McDougall, A. (1998). *Designing educational interfaces from a constructivist perspective, HCI'98 conference companion*. http://www.bcs-hci.org.uk/hci98cc/HCI98CC60.html (acedido em 31/01/05).

Squires, D. & McDougall, A. (2001). *Cómo elegir y utilizar software educativo*. Madrid: Ediciones Morata, S. L. y Coruña: Fundacion Paideia.

Terra Junior, O. (1997). *Teorias pedagógicas*. http://www.inf.ufes.br/~tavares/trab2.html (acedido em 30/10/2004).

Teruya, T. (2001). *Educação na sociedade muitimidiática*. Desafios'2001. Challenges'2001. Actas da II Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação. Braga: Centro de Competência Nónio Século XXI Universidade do Minho (p.253-265).

Thibault, M. & Barre, R. (1996). Some hyperbolic geometry with Cabri-Géomètre. In J. M. Laborde. *Intelligent learning environments: The case of Geometry*. Berlin: Springer-Verlag (p.218-229).

Tomasi, L. (2003). *Cabri in classe e nella rete: visualizzazione dinamica e insegnamento della matemática*. http://kidslink.bo.cnr.it/cabri/bollettini/boll_3536.pdf (acedido em 5/10/2004).

Trinity College, (2002). *Logic, programming, and robotics for non-technical students*. http://www.cs.tcd.ie/crite/lpr/teaching/constructionism.html (acedido em 30/10/2004).

Valente, J. (2001). *A Informática na Educação: Como, Para Que e Por Que*. http://www.sbbq.org.br/revista/artigo.php?artigoid=4 (acedido em 30/10/2004).

Veloso, E. (1988). *O computador na aula de Matemática*. Lisboa: APM.

Veloso, E. (1995). *Software dinâmico: uma abordagem estimulante no ensino da geometria*. In Actas do ProfMat 95. Lisboa: APM (p.53-64).

Veloso, E. (1998). *Geometria: temas actuais: materiais para professores*. Lisboa: IIE.

Veloso, E. (2000a). O que fazer com a Matemática. In *Educação Matemática* (60). Lisboa: APM (p.1).

Veloso, E. (2000b). Programas de computador para a Matemática. In *Educação Matemática* (60). Lisboa: APM (p.51-52).

Veloso, E. (2002). Cabri, Cinderella e Sketchpad. In *Educação Matemática* (70). Lisboa: APM (p.5-9).

ANEXOS

ANEXO I - QUESTIONÁRIO INICIAL

O Computador e suas Potencialidades Educativas

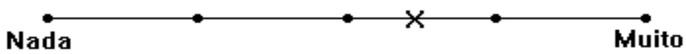
Este questionário insere-se no âmbito de uma dissertação de Mestrado, subordinada ao tema "*O processo de análise e de avaliação do Cabri-Géomètre no desenvolvimento de competências geométricas: Um estudo no 3º Ciclo do Ensino Básico*", da Universidade de Aveiro.
Com ele pretende-se, principalmente, obter informação sobre os teus gostos, hábitos e algumas competências de utilização do computador, bem como, a tua opinião sobre as suas potencialidades no processo de Ensino e Aprendizagem de diversas disciplinas, e especialmente da Matemática.

Responde ao questionário com a maior sinceridade. Tenta ser coerente e rigoroso nas tuas respostas. Obrigada pela tua colaboração.

ATENÇÃO:

❖ Onde encontras quadrados ou quadros assinala, com um X, a resposta que melhor corresponde à tua opinião.

❖ Nos casos em que tens um segmento de recta que inicia com 'Nada' e termina com 'Muito', como nas questões 13, 14, 17 e 18, assinala com uma cruz o ponto onde situas a tua preferência, tal como no exemplo seguinte:



▶ O COMPUTADOR

1. Costumas utilizar o computador com que frequência?

Nunca ☐ Raramente ☐ Várias vezes ☐ Sempre☐

2. Tens computador em casa?

Sim ☐ Não ☐

3. Onde utilizas o computador?

N.º	Parâmetros	Nunca	Raramente	Várias Vezes	Sempre
1	Em casa				
2	Na Escola				
3	Na Biblioteca Municipal				
4	No local de trabalho de pais/familiares				
5	Em Centros Comerciais				
6	Em Clubes de Informática				
7	Em casa de amigos				
8	Noutro(s) local(ais). Qual(ais)?				

4. Para que utilizas o computador?

N.º	Parâmetros	Nunca	Raramente	Várias Vezes	Sempre
1	Jogar				
2	Fazer 'tpc's' / trabalhos				
3	Desenhar				
4	Escrever textos				
5	Pesquisar				
6	Estudar para os testes				
7	Corresponder (E-mail)				
8	Comunicar (Chat)				
9	Ver filmes				
10	Ouvir música				
11	Outro(s) fim(ns). Qual(ais)?				

5. Indica o nome dos teus jogos de computador preferidos.

____
____
____

6. Quais os programas/software que usas?

N.º	Parâmetros	Nunca	Raramente	Várias Vezes	Sempre
1	Word				
2	Excel				
3	PowerPoint				
4	Paint				
5	Internet Explorer				
6	IRC/MIRC				
7	Netscape Communicator™				
8	Outro(s). Qual(ais)?				

7. Conheces todos os programas acima referidos?

Sim ☐ Não ☐

Quais os que não conheces? ______________________________________
____
____

8. Gostas de utilizar o computador?

Não gosto nada ☐ Gosto Pouco ☐ Gosto bastante ☐ Gosto muito ☐

Porquê?
____
____
____

9. Sabes abrir um ficheiro que esteja guardado:

	Sim	Não
Numa pasta do computador	☐	☐
Numa disquete	☐	☐
Num CD-ROM	☐	☐
Num easy disk ou pen disk	☐	☐

Noutro(s) local(ais).
Qual(ais)?________________________

10. Sabes guardar um ficheiro:

	Sim	Não
Numa pasta do computador	☐	☐
Numa disquete	☐	☐
Num CD-ROM	☐	☐
Num easy disk ou pen disk	☐	☐

Noutro(s) local(ais).
Qual(ais)?________________________

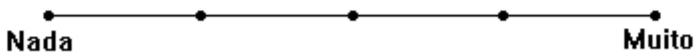
11. Em média quantas horas passas no computador por dia?_________________________

O computador no processo de ensino e de aprendizagem

12. Usas o computador nas aulas/sessões de:

N.º	Parâmetros	Nunca	Raramente	Várias Vezes	Sempre
1	Português				
2	Francês				
3	Inglês				
4	História				
5	Geografia				
6	Matemática				
7	Físico-Química				
8	Ciências Naturais				
9	Educação Física				
10	Educação Visual				
11	Educação Tecnológica				
12	EMRC				
13	Formação Cívica				
14	Estudo Acompanhado				
15	Área-Escola				

13. Gostas ou gostavas de usar o computador nas aulas?



Porquê?

____

____

____

14. Consideras importante o uso do computador no ensino e na aprendizagem?

Nada Muito

Porquê?

____

____

____

O COMPUTADOR NA MATEMÁTICA

15. Já usaste alguns dos seguintes programas/software, nas aulas de Matemática?

N.º	Parâmetros	Nunca	Raramente	Várias Vezes	Sempre
1	Excel				
2	LOGO				
3	Modellus				
4	Cinderella				
5	Cabri-Géomètre				
6	Geometer's Sketchpad				
7	Derive				
8	Supposer				
9	Graphmatica				
10	Outro(s). Qual(ais)?				

16. Gostas ou gostavas de usar o computador nas aulas de Matemática?

Nada ●——●——●——●——● **Muito**

Porquê?

17. Consideras importante o uso do computador no ensino e na aprendizagem da Matemática?

Nada ●——●——●——●——● **Muito**

Porquê?

18. Para cada uma das afirmações seguintes, relativas ao uso do computador nas aulas de Matemática, assinala com um X, nas colunas à direita, o teu grau de concordância.

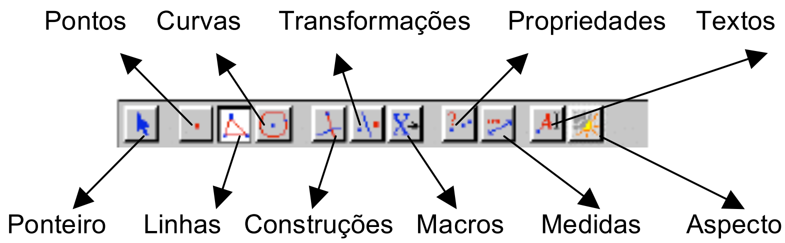
N.º	Parâmetros O uso do computador nas aulas de Matemática:	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
1	contribui para uma visão mais positiva da Matemática;				
2	contribui para que as aulas sejam mais activas, vivas ou dinâmicas;				
3	torna-as mais aborrecidas e desmotivadoras;				
4	torna a aprendizagem mais desafiante permitindo ao aluno um maior controlo sobre ela;				
5	contribui para uma aprendizagem mais independente, mais autónoma e responsável;				
6	não estimula a imaginação e não promove o desenvolvimento de novas ideias;				
7	contribui para que os alunos aprendam duma forma mais significativa;				
8	facilita a comunicação entre o professor e o aluno;				
9	facilita o distanciamento entre os alunos;				

10	contribui para se perceber melhor a importância da Matemática;				
11	permite relacionar os seus conteúdos com o quotidiano;				
12	não promove o desenvolvimento do raciocínio;				
13	contribui para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas;				
14	só serve para nos distrairmos um bocado.				
15	As aulas de Matemática não se prestam ao uso do computador.				

ANEXO II - MANUAL DE APOIO

CABRI-GÉOMÈTRE II : MANUAL DE APOIO

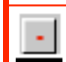
BARRA DE FERRAMENTAS



1. PONTEIRO

Ícones	Nomes	Funções
	Ponteiro	Seleccionar, Mover e Manipular objectos
	Giro	Rodar um objecto em torno do seu centro ou de um ponto seleccionado
	Semelhança	Ampliar ou Reduzir um objecto em torno do seu centro ou de um ponto seleccionado
	Giro e Semelhança	Rodar e Ampliar (ou Reduzir) um objecto em torno do seu centro ou de um ponto seleccionado

2. PONTOS

Ícones	Nomes	Funções
	Ponto	Marcar um ponto no espaço livre, sobre um objecto ou na intersecção de dois objectos
	Ponto sobre objecto	Marcar um ponto sobre um objecto
	Pontos de intersecção	Marcar um ponto em cada intersecção de dois objectos seleccionados

3. LINHAS

Ícones	Nomes	Funções
	Recta	Construir uma recta definida por dois pontos ou por um ponto e uma direcção (escolhida por um 2ºclique)
	Segmento	Construir um segmento de recta, definido por dois pontos. Pode desenhar-se no espaço livre ou num objecto já existente
	Semi-recta	Construir uma semi-recta definida por dois pontos ou por um ponto e uma direcção
	Vector	Construir um vector cuja direcção é definida por dois pontos
	Triângulo	Construir um triângulo, definido por três pontos. Pode desenhar-se no espaço livre ou num objecto já existente
	Polígono	Construir um polígono de *n* lados, em que o último ponto tem de coincidir com o ponto inicial
	Polígono Regular	Construir um polígono regular de *n* lados. O primeiro clique define o centro, o segundo o raio. Rodar no sentido dos ponteiros do relógio ou no sentido contrário (caso da estrela) para definir o número de lados ($n \leq 30$)

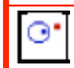
4. CURVAS

Ícones	Nomes	Funções
	Circunferência	Construir uma circunferência, marcando-se o centro e de seguida o raio (definido pelo 2º clique)
	Arco	Construir um arco de círculo definido por três pontos. O 1º e o 3º são as extremidades, o 2º é um ponto do arco
	Cónica	Construir uma cónica definida por cinco pontos

5. CONSTRUÇÕES

Ícones	Nomes	Funções
	Recta Perpendicular	Traçar uma recta que passa num ponto dado e que é perpendicular a uma direcção definida
	Recta Paralela	Traçar uma recta que passa num ponto dado e que é paralela a uma direcção definida
	Ponto Médio	Marcar o ponto médio de dois pontos ou de um segmento de recta
	Mediatriz	Traçar a mediatriz de dois pontos ou de um segmento de recta
	Bissectriz	Traçar a bissectriz de um ângulo definido por três pontos, em que o 2º é o vértice
	Soma de vectores	Construir a soma de dois vectores. Indicar os dois vectores e a origem
	Compasso	Construir uma circunferência, escolhendo 1º o raio (um segmento de recta ou dois pontos) e de seguida o centro
	Transferência de medidas	Transferir uma medida definida por um número, num segmento, vector, eixo ou círculo
	Lugar Geométrico	Construir um lugar de pontos. Designa-se o ponto ou o objecto do qual se quer o lugar, depois um ponto do qual ele depende (obrigado a deslocar-se sobre)
	Redefinir objecto	Redefinir as características geométricas de um ponto.

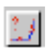
6. TRANSFORMAÇÕES

Ícones	Nomes	Funções
	Simetria Axial	Construir a imagem de um objecto numa simetria axial. Marcar o objecto e depois a recta
	Simetria Central	Construir a imagem de um objecto numa simetria central. Marcar o objecto e depois o centro
	Translação	Construir a imagem de um objecto numa translação. Marcar o objecto e depois o vector
	Rotação	Construir a imagem de um objecto numa rotação. Marcar primeiro o objecto, depois o centro e por fim um ângulo definido por um número.
	Homotetia	Construir a imagem de um objecto numa homotetia. Marcar o objecto, depois o centro e por fim uma relação definida por um número.
	Inversão	Construir a imagem inversa de um ponto em relação ao raio de uma circunferência seleccionada

7. MACROS

Ícones	Nomes	Funções
	Objectos Iniciais	Definir os objectos iniciais de uma macro-construção
	Objectos Finais	Definir os objectos finais de uma macro-construção
	Definir Macro	Validar e criar a macro definida pelos objectos iniciais e finais. Gravar a macro e Editar uma ajuda
	Macro Criada	Apresentar a nova ferramenta definida por uma macro-construção criada pelo utilizador.

8. PROPRIEDADES

Ícones	Nomes	Funções
	Colinear	Averiguar se três pontos são ou não colineares, apresentando um texto que se vai actualizando à medida que alteramos as posições dos pontos
	Paralelo	Averiguar se duas rectas, segmentos de recta, semi-rectas, vectores ou eixos são paralelos, apresentando um texto que se vai actualizando à medida que alteramos a posição dos objectos
	Perpendicular	Averiguar se duas rectas, segmentos de recta, semi-rectas, vectores ou eixos são perpendiculares, apresentando um texto que se vai actualizando à medida que alteramos a posição dos objectos
	Equidistante	Averiguar se três pontos são ou não equidistantes, apresentando um texto que se vai actualizando à medida que alteramos as posições dos pontos
	Pertencente	Averiguar se um ponto seleccionado pertence ou não a um objecto seleccionado, apresentando um texto que se vai actualizando à medida que alteramos a posição dos objectos

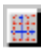
9. MEDIDAS

Ícones	Nomes	Funções
	Distância e Comprimento	Medir e Apresentar o comprimento de um segmento, a distância entre dois pontos, o perímetro de um círculo, cónica ou polígono seleccionados
	Área	Calcular e Apresentar a área de um círculo, de uma elipse ou de um polígono seleccionados
	Inclinação	Apresentar a inclinação de uma recta, segmento de recta, semi-recta ou vector seleccionado
	Ângulo / Amplitude	Apresentar a medida da amplitude de um ângulo, definido por 3 pontos (um ponto sobre o 1º lado, o vértice e um ponto sobre o 2º lado) ou da sua marca
	Equação e Coordenadas	Apresentar as coordenadas de um ponto ou a equação de uma recta, de um círculo ou de uma cónica
	Calculadora	Apresentar uma calculadora onde se podem efectuar cálculos científicos com números teclados ou variáveis das figuras
	Planilha / Tabela	Apresentar uma tabela na qual se podem colocar estados sucessivos de valores numéricos retirados da figura. A tabela não se actualiza com as possíveis alterações à figura mas poderá ser copiada para outros programas

10. TEXTOS

Ícones	Nomes	Funções
	Rótulo	Nomear um ponto ou um objecto numa etiqueta apresentada
	Comentários	Editar (escrever ou modificar) um texto, podendo incluir-se variáveis das figuras
	Edição Numérica	Editar um número
	Marca de Ângulo	Marcar um ângulo definido por três pontos em que o 2º é o vértice
	Fixo / Livre	Bloquear e Desbloquear a posição de um ponto
	Rasto on / off	Obter ou Suprimir o traço de um objecto durante a deslocação
	Animação	Deslocar automaticamente os objectos
	Múltipla Animação	Deslocar automaticamente e simultaneamente os objectos

11. ASPECTO

Ícones	Nomes	Funções
	Esconder / Mostrar	Esconder ou Mostrar os objectos seleccionados
	Cor	Escolher e Alterar a cor de um objecto seleccionado
	Preencher / Pintar	Encher os polígonos, os círculos e os textos com uma cor escolhida da paleta.
	Espessura	Alterar o traço de um objecto para a espessura especificada
	Pontilhado	Alterar o aspecto de um traço para um ponteado à escolha
	Modificar Aparência	Alterar o aspecto de alguns objectos: pontos, marcas de ângulos, marcas de comprimentos, textos
	Mostrar Eixos	Mostrar ou Esconder um sistema de eixos
	Novos Eixos	Definir um novo sistema de eixos
	Definir Grade	Marcar uma grelha sobre um sistema de coordenadas. A grelha é um objecto sobre o qual se podem posicionar pontos. É preciso clicar num dos eixos.

NOTA: Apesar das actividades, que o aluno irá realizar com o Cabri-Géomètre, não exigirem o conhecimento e a utilização de todos os menus que se apresentam, uma vez que o objectivo deste trabalho é analisar e avaliar o Cabri-Géomètre, é importante que o aluno se familiarize com todos os comandos, funções e potencialidades desta ferramenta, para que a sua avaliação se traduza em resultados, o mais possível, rigorosos, concretos e verdadeiros.

ANEXO III - MANUAL DE APOIO

CABRI-GÉOMÈTRE II : MANUAL DE APOIO

MENUS SUPERIORES

ARQUIVO

Opções	Funções	Não Esquecer
Novo	Criar um novo ficheiro	
Abrir...	Abrir um ficheiro gravado	Dar um nome ao ficheiro
Fechar	Fechar o ficheiro em que se está a trabalhar	Se o ficheiro não estiver gravado questiona se o pretendemos fazer
Salvar	Gravar o trabalho num ficheiro	Indicar o nome a dar ao ficheiro
Salvar como...	Gravar o trabalho com outro nome	Indicar o novo nome do ficheiro
Recuperar...	Abrir a última versão gravada do ficheiro	Desaparecem as modificações feitas após a última gravação
Mostrar Página...	Mover a imagem do ecrã para qualquer lugar dentro dos limites de um metro quadrado do desenho	Mover a caixa para o local pretendido
Configurar Página...	Escolher o modo de impressão e o tipo de impressora	
Imprimir...	Imprimir o desenho	Pode-se seleccionar a parte a imprimir
Sair	Sair do programa	

EDITAR

Opções	**Funções**	**Não Esquecer**
Desfazer	Eliminar a última operação efectuada no desenho	
Recortar	Copiar e Eliminar as partes seleccionadas do desenho	Seleccionar com o ponteiro e só depois Recortar
Copiar	Copiar as partes seleccionadas do desenho	Seleccionar com o ponteiro e só depois Copiar
Colar	Fazer aparecer o desenho Recortado ou Copiado	Recortar ou Copiar o desenho pretendido.
Limpar	Apagar o desenho seleccionado	Seleccionar com o ponteiro e só depois Limpar
Seleccionar Tudo	Seleccionar todo o desenho	
Revisar Construção	Visualizar todos os passos seguidos para a construção do desenho	
Actualizar Desenho	Voltar a desenhar todos os objectos de uma construção	Esta opção suprimirá todos os elementos não definidos

OPÇÕES

Opções	**Funções**	**Não Esquecer**
Mostrar Atributos	Visualizar a barra de ferramentas dos diversos atributos	Seleccionar o objecto e só depois clicar no atributo escolhido.
Preferências...	Especificar aspectos concretos do programa relacionados com lugares geométricos, sistemas de coordenadas, medidas e formatos de equações	
Configuração das Ferramentas...	Reorganizar ou Eliminar qualquer ferramenta da barra de ferramentas	
Idioma...	Seleccionar a língua pretendida para o programa	
Fonte...	Alterar o estilo, tipo, tamanho, cor e efeito das letras	Seleccionar o texto e só depois escolher a fonte

JANELA

Opções	**Funções**	**Não Esquecer**
Cascata	Ver os ficheiros abertos em forma de cascata	
Lado a Lado - Horizontal	Ver os ficheiros abertos lado a lado na horizontal	
Lado a Lado - Vertical	Ver os ficheiros abertos lado a lado na vertical	
Fechar Tudo	Fechar todos os ficheiros abertos	Se o ficheiro não estiver gravado questiona se o pretendemos fazer

AJUDA

Opções	**Funções**	**Não Esquecer**
Ajuda	Descrever a função do ícone da barra de ferramentas seleccionado	Seleccionar primeiro o ícone e de seguida clicar na ajuda
Sobre Cabri II	Apresentar informação sobre o Cabri II: autores, versão, contactos, direitos,...	Para sair desta opção dar um clique.

ANEXO IV - TESTE

EB2,3/S SOBRAL DE MONTE AGRAÇO

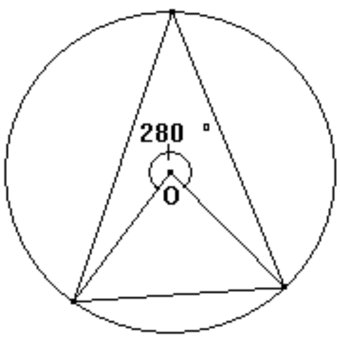
Ficha de Avaliação – Parte Teórica

9ºAno/TurmaD **Março 2004**

Justifica convenientemente todas as tuas respostas e apresenta todos os cálculos que efectuares.

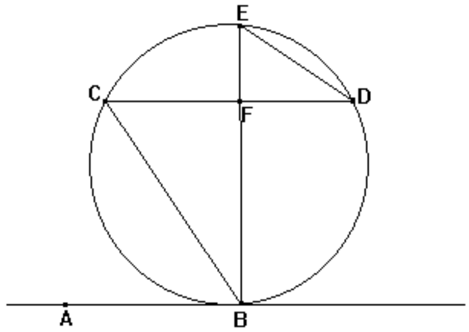
Para cada alínea usa o espaço em branco para registares as respostas a **todas** as questões dessa alínea.

1. Observa a figura, atentamente, e assinala no local que consideras correcto, os ângulos x e y, de modo que a amplitude de x seja 80º e de y seja 40º.



Justifica:

2. Na figura ao lado:

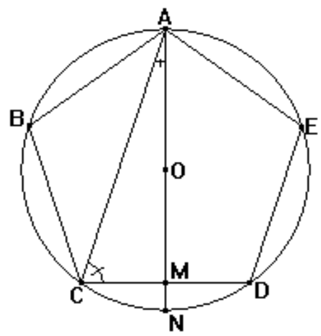


- CD//AB;
- A recta AB é tangente à circunferência no ponto B;
- $A\hat{B}C$ = 65º.

Calcula $B\hat{E}D$. Descreve o teu raciocínio.

3. Na figura está representado um pentágono regular. A recta AN é perpendicular à recta CD.

3.1 Determina, justificando, a medida da amplitude:



3.1.1 do arco AE;

3.1.2 de $A\hat{C}M$;

3.1.3 de $C\hat{A}N$.

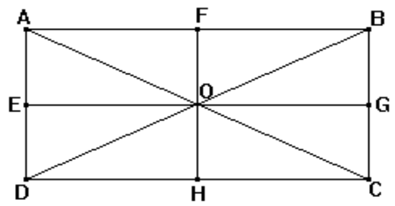
3.2 Sabendo que as medidas do comprimento do lado do pentágono é 6cm e do comprimento do apótema é 4cm, determina a área do pentágono.

3.3 Determina a soma das medidas das amplitudes dos ângulos internos do pentágono.

3.4 Determina a medida da amplitude de cada ângulo externo do pentágono.

4. Determina as medidas da amplitude do ângulo externo e do ângulo interno de um polígono regular de 32 lados.

5. A figura representa um rectângulo [ABCD]. Nele foram traçadas as diagonais e unidos os pontos médios – E, F, G, H – dos lados opostos.



5.1 indica pares de triângulos que possam ser obtidos um a partir do outro por:

5.1.1 simetria axial;

5.1.2 translação;

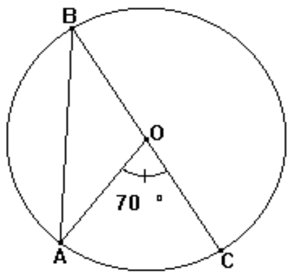
5.1.3 rotação.

Bom Trabalho!!!
Renata Silva

EB2,3/S SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	
Ficha de Avaliação – Parte Prática	
9ºAno/TurmaD	**Março 2004**

Para cada alínea usa o espaço em branco para registares as respostas a **todas** as questões dessa alínea.

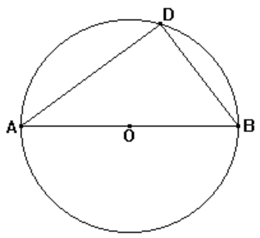
1. Observa a figura seguinte.



1.1 Utilizando a figura do Cabri-géomètre classifica o triângulo [BOA] quanto aos lados. Justifica a tua resposta e de seguida descreve como procedeste.

1.2 O ângulo AOC é um ângulo externo do triângulo [BOA]. Utilizando a figura do Cabri-géomètre indica dois ângulos que tenham a mesma medida de amplitude que $A\hat{O}C$. Justifica a tua resposta e descreve como procedeste.

2. A figura representa uma circunferência de centro O, em que $O\hat{B}D$ = 55º.



2.1 Constrói, na figura do Cabri-géomètre, um triângulo semelhante ao dado, sendo dois dos seus vértices O e B. Designa o terceiro vértice de C. Utilizando o programa, como provas que os triângulos construídos são semelhantes?

2.2 Com o auxílio do Cabri-Géomètre, classifica os triângulo [ABD] e [OBC] quanto aos ângulos. Justifica a tua resposta.

2.3 Utilizando o programa calcula a amplitude do ângulo $A\hat{O}C$ e indica qual o ângulo que lhe corresponde no triângulo [ABD].

3. Constrói no Cabri-Géomètre um hexágono regular, com 4cm de lado, inscrito numa circunferência.

3.1 Com a ajuda do programa estabelece uma relação entre os ângulos internos e externos do polígono.

3.2 Com o auxílio do Cabri-Géomètre verifica qual o elemento cuja medida do comprimento coincide com o do lado do hexágono. Descreve como procedeste.

3.3 Calcula a área do hexágono. Explica o teu raciocínio.

4. Com o auxílio do Cabri-Géomètre, determina a amplitude do ângulo externo e do ângulo interno de um polígono regular de 25 lados. Explica como procedeste.

5. Constrói no Cabri-Géomètre um triângulo [ABC] à tua escolha.

5.1 Determina o transformado da figura pela:

5.1.1 rotação de centro A e amplitude 30ºe pinta-a de verde;

5.1.2 translação associada ao vector $\overrightarrow{BC}$ e pinta-a de vermelho.

5.2 Manipula o triângulo [ABC] e estabelece uma comparação entre este triângulo e os seus transformados, quanto à forma e ao tamanho.

Bom Trabalho!!!

Renata Silva

ANEXO V - FICHA DE TRABALHO N.º 1

FICHA DE TRABALHO N.º 1

PROPRIEDADES DOS PARALELOGRAMOS

Para cada alínea usa o espaço em branco para registares as respostas a **todas** as questões dessa alínea.

Tarefa 1

1.1 Um paralelogramo pode ser definido como tendo 'dois pares de lados paralelos'. A partir desta definição, constrói um paralelogramo, no Cabri-Géomètre, e de seguida descreve o processo que utilizaste. Grava a tua construção como ficha1_exercício1.

1.2 Traça uma diagonal do paralelogramo. Que figuras obtiveste? Que relação há entre elas? Porquê?

1.3 Regista a conclusão a que chegaste:
'Uma diagonal de um paralelogramo divide-o em ………..……………… que são …………………………………'

Tarefa 2

2.1 Mede os comprimentos dos lados do paralelogramo e de seguida manipula a construção. O que observas?

2.2 Que conclusão se pode tirar acerca dos lados opostos de um paralelogramo? Será que isso se verifica em qualquer caso? Como o podes provar? (Sugestão: Usa a igualdade de dois triângulos)

2.3 Regista a conclusão a que chegaste:
'Num paralelogramo, os lados ………………… são ………………………'

2.4 Será que também é válida a propriedade recíproca:
'Se os lados de um quadrilátero são iguais dois a dois, o quadrilátero é um paralelogramo'? Justifica. (Sugestão constrói um 'papagaio' e vê o que se passa. Grava a tua construção num ficheiro com o nome ficha1_exercício2)

Tarefa 3

3.1 Determina a amplitude dos ângulos opostos do paralelogramo e manipula a construção. O que podes concluir? Será que isso se verifica em qualquer caso? Porquê?

3.2 Regista a conclusão a que chegaste:
'Num paralelogramo, os ângulos ………………… são ………………………'

3.3 Se numa figura os ângulos opostos forem iguais, podes concluir que se trata dum paralelogramo? (Sugestão: constrói um 'papagaio' e vê o que se passa, grava a tua construção num ficheiro com o nome ficha1_exercício3)

3.4 Mas será válida a propriedade:
'Se os ângulos opostos de um quadrilátero são iguais dois a dois, o quadrilátero é um paralelogramo'? Justifica.

Tarefa 4

4.1 E entre os ângulos consecutivos do paralelogramo, que relação se verifica? Será que isso se verifica em qualquer caso? Justifica.

4.2 Regista a conclusão a que chegaste:
'Num paralelogramo, os ângulos ………………… são ………………………'

4.3 Será válida a propriedade:
'Se os ângulos consecutivos de um quadrilátero são suplementares dois a dois, o quadrilátero é um paralelogramo'? Justifica. (Sugestão: utiliza o Cabri-Géomètre para fazeres construções, e grava o ficheiro com o nome ficha1_exercicio4)

Tarefa 5

5.1 Relativamente ao mesmo paralelogramo constrói a outra diagonal.
5.2 Marca o ponto de intersecção das diagonais.
5.3 Mede os comprimentos dos segmentos em que as diagonais ficam divididas. Manipula a construção. O que observas?

5.4 Será que isso se verifica em qualquer caso? Justifica a tua conjectura (Sugestão: considera a igualdade de triângulos).

5.5 Regista a conclusão a que chegaste:
'Num paralelogramo, as diagonais ………………………………………'

5.6 E a propriedade seguinte, será válida?
'Se as diagonais de um quadrilátero se bissectam, o quadrilátero é um paralelogramo'? Justifica. (Sugestão: utiliza o Cabri-Géomètre para fazeres construções, e grava o ficheiro com o nome ficha1_exercicio5)

Tarefa 6

6.1 Desenha, no Cabri-Géomètre, um rectângulo, um losango e um quadrado e verifica se têm 'dois pares de lados paralelos'. Grava a tua construção como ficha1_exercício6.

6.2 O que podes concluir acerca da relação destas figuras com o paralelogramo? (Sugestão: recorre à definição de paralelogramo que foi dada anteriormente)

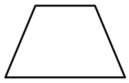
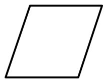
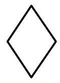
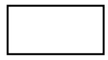
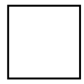
6.3 Verifica se têm todas as propriedades dos paralelogramos que registaste.

6.4 Completa as definições:

- Rectângulo — paralelogramo com os 4 ângulos ………………………………
- Losango ou rombo — ………………… com os ……………………… iguais
- Quadrado: paralelogramo com os 4 ………………… e os …………………… iguais

6.5 Terão mais alguma propriedade? (Sugestão: marca as diagonais, das figuras atrás mencionadas, e regista o que verificas)

6.6 Completa o quadro, assinalando com uma cruz os quadriláteros que verificam as propriedades indicadas:

Quadriláteros / Propriedades					
Dois lados paralelos					
Lados opostos paralelos					
Lados opostos iguais					
Quatro lados iguais					
Diagonais iguais					
Diagonais perpendiculares					
As diagonais intersectam-se no ponto médio					
Quatro ângulos rectos					

Sistematizando:

Um paralelogramo é ……………………… quando as diagonais são perpendiculares

Um paralelogramo é ……………………… quando as diagonais são …………………

Um paralelogramo é ……………………… quando as diagonais são …………….. e perpendiculares.

Bom Trabalho!!!

Renata Silva

ANEXO VI - FICHA DE TRABALHO N.º 2

FICHA DE TRABALHO N.º 2

TRIÂNGULOS E SUAS PROPRIEDADES

Para cada alínea usa o espaço em branco para registares as respostas a **todas** as questões dessa alínea.

Tarefa 1

1.1 Constrói um triângulo à tua escolha. Identifica os seus vértices. Marca os ângulos internos e mede as suas amplitudes. Grava a figura na tua disquete com o nome ficha2_exercício1. Que relações podes estabelecer entre as medidas das amplitudes dos ângulos?

1.2 Desloca um dos vértices do triângulo até obteres um ângulo de 90º. Consegues deslocar outro vértice de modo a obteres um segundo ângulo recto? Porquê?

1.3 Constrói um triângulo rectângulo que não se desmanche. Descreve o processo que utilizaste.

1.4 Se a medida da amplitude de um ângulo agudo do triângulo for 35º, qual será a medida da amplitude do outro ângulo agudo? Verifica a tua conjectura manipulando a construção.

1.5 Manipula a construção de modo que a medida da amplitude de um dos ângulos agudos seja 45º. Qual a medida da amplitude do outro ângulo agudo? Que relação há, então, entre essas medidas? Será que essa relação se verifica em qualquer caso? Justifica.

1.6 Regista a conclusão a que chegaste:

‘Num triângulo .... a soma das medidas das amplitudes dos ângulos agudos é ....’

1.7 Constrói um triângulo equilátero e identifica os seus vértices.

1.8 Mede a amplitude dos ângulos internos do triângulo. O que observas? Será que isso se verifica para todos os triângulos equiláteros? Porquê?

1.9 Soma as medidas das amplitudes dos ângulos internos de cada um dos triângulos que construíste. O que observas?

1.10 Será que isso se verifica para qualquer tipo de triângulos? Manipula as construções e regista a conclusão a que chegaste:

‘ Num triângulo a soma das medidas das amplitudes dos ângulos .... é ....’

1.11 Mede os comprimentos dos lados dos triângulos construídos.

1.12 Compara-os com as medidas das amplitudes dos ângulos opostos. Será que isso se verifica em qualquer caso? Manipula as construções e regista as tuas conclusões:

‘Num triângulo,

ao maior .... opõe-se o .... ângulo;
ao menor .... opõe-se o .... ângulo;
a .... iguais opõem-se ângulos ....

1.13 As propriedades recíprocas são verdadeiras? Justifica.

Tarefa 2

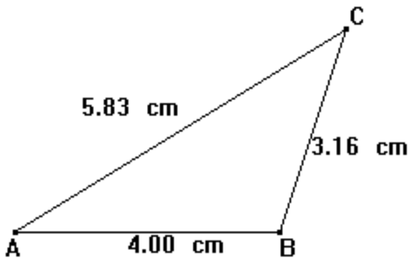


Fig. 1 - Triângulo T

2.1 Considera, num referencial cartesiano, o triângulo S cujos vértices têm de coordenadas A(1;1), B(7;1) e C(7;5). Verifica se esse triângulo é geometricamente igual ao triângulo T representado na figura 1. Apresenta o teu raciocínio.

2.2 Constrói um triângulo [DEF] geometricamente igual ao triângulo T.

2.3 Constrói um triângulo [MNP] não geometricamente igual a T, mas tal que $M\hat{N}P \cong A\hat{B}C$ e $N\hat{P}M \cong B\hat{C}A$.

2.4 Constrói um triângulo [QRS] tal que $S\hat{Q}R \cong A\hat{B}C, \overline{QS} = 8cm$ e $\overline{QR} = 6{,}32cm$.

2.5 Constrói um triângulo [TUV] tal que $\overline{TU} = 6{,}32cm, \overline{TV} = 8cm$ e $\overline{VU} = 11{,}66cm$.

2.6 Compara os comprimentos dos triângulos construídos com os do triângulo dado. O que verificas? Porque é que tal acontecerá?

2.7 Será que os ângulos aumentam ou diminuem na mesma proporção dos lados? Investiga e escreve a tua conclusão, justificando-a.

2.8 Há triângulos semelhantes entre os que construíste? E geometricamente iguais? Justifica

2.9 Para se obterem triângulos semelhantes seguiste sempre o mesmo processo de construção? Descreve o processo utilizado em cada um dos casos.

2.10 Regista as conclusões a que chegaste, definindo os critérios de semelhança utilizados:

Tarefa 3 – À descoberta do ponto de FERMAT

3.1 Constrói um triângulo [ABC].

3.2 Determina o ponto F (PONTO de FERMAT), de modo que, a soma das distâncias de F aos vértices seja mínima, isto é, $\overline{FA} + \overline{FB} + \overline{FC}$ é mínima. Descreve como procedeste.

3.3 Utilizando a calculadora, soma as três distâncias e arrasta o resultado para o exterior.

3.4 Verifica, fazendo uma construção e manipulando-a, que essa distância é mínima. (Sugestão: Constrói três segmentos de recta que se cruzem no mesmo ponto, soma os seus comprimentos e desloca o ponto)

Bom Trabalho!!!
Renata Silva

ANEXO VII - FICHA DE TRABALHO N.º 3

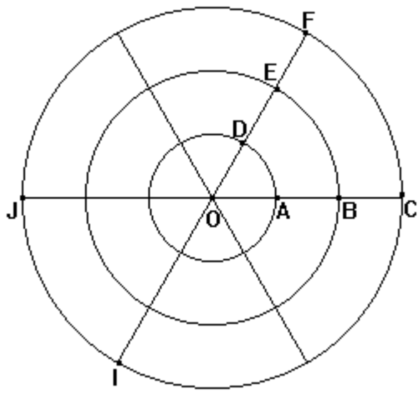
FICHA DE TRABALHO N.º 3

ÂNGULOS AO CENTRO, ARCOS E CORDAS

Para cada alínea usa o espaço em branco para registares as respostas a **todas** as questões dessa alínea.

Tarefa 1

1.1 O Gil e os amigos estão a fazer um jogo de tiro ao alvo. Analisa a representação do alvo e reproduz a figura no Cabri-Géomètre, sabendo que, para cada uma das três circunferências, cada secção é geometricamente igual às outras.



1.2 Nas três circunferências estão representados os ângulos COF, BOE e AOD. Que nome têm estes ângulos? Porquê?

1.3 Serão esses três ângulos geometricamente iguais? Justifica.

1.4 Que relação se pode estabelecer entre as medidas das amplitudes dos arcos e os ângulos ao centro correspondentes? Regista a tua conclusão.

1.5 Procura outros ângulos e arcos de igual amplitude, utilizando as ferramentas de medida do programa.

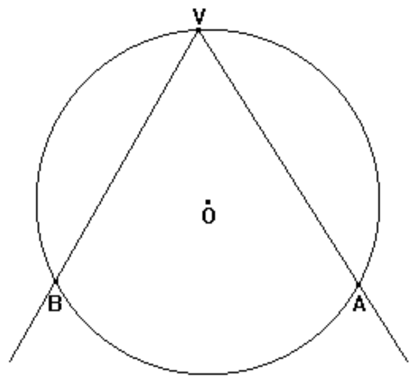
1.6 Utilizando a mesma figura constrói e determina a medida do comprimento das cordas FC e IJ. O que podes concluir?

1.7 Serão as únicas cordas com o mesmo comprimento? Verifica manipulando a figura e fazendo as medições necessárias. Justifica o que concluíste.

1.8 Estabelece uma propriedade que relacione os ângulos ao centro, os arcos e as cordas correspondentes, numa circunferência ou em circunferências iguais.

ÂNGULOS INSCRITOS

Tarefa 2



2.1 Reproduz a figura no Cabri-Géomètre e grava-a com o nome ficha3_exercício2.

2.2 Na figura está representado o ângulo AVB. Que nome se dá aos ângulos deste tipo? Porquê?

2.3 Constrói o ângulo ao centro correspondente ao arco AB. De seguida manipula a figura e faz as medições que achares necessárias para relacionares a amplitude dos dois ângulos. O que concluis?

2.4 Explica como procedeste.

ÂNGULO INSCRITO NUMA SEMI-CIRCUNFERÊNCIA

Tarefa 3

3.1 Constrói um segmento de recta [AB] e a circunferência que tem esse segmento por diâmetro. Marca um ponto X sobre a circunferência e o ângulo que tem vértice em X e cujos lados passam pelos extremos do diâmetro, A e B, ou seja, de modo que o ângulo fique inscrito numa semi-circunferência.

3.2 Mede a amplitude do ângulo anterior. Desloca o ponto X sobre a circunferência. Que conjectura podes formular? Justifica-a.

TANGENTES A UMA CIRCUNFERÊNCIA

Tarefa 4

4.1 Cria uma circunferência e um ponto P sobre ela.
4.2 Constrói rigorosamente a recta tangente à circunferência nesse ponto.
4.3 Descreve a tua construção.

4.4 Regista a conclusão a que chegaste:
'A recta tangente a uma circunferência é .... ao raio da circunferência no ponto de ....'

Tarefa 5

5.1 A partir de um ponto exterior à circunferência, quantas tangentes à circunferência achas que se podem construir? Porquê?

5.2 Confirma a tua hipótese. Para isso cria uma circunferência de centro O e um ponto Z no seu exterior. Constrói as tangentes à circunferência que passam por Z. (Sugestão: marca um ponto X sobre a circunferência, traça a recta ZX e o ângulo ZXO. Desloca o ponto X sobre a circunferência de modo que ZX fique tangente à circunferência.)

5.3 Verifica se a construção não se desmancha.

5.4 Explica como fizeste a construção.

5.5 Como classificas o ângulo ZOX? Porquê?

5.6 Como classificas o quadrilátero cujos vértices são: O, Z e os dois pontos de tangência? Porquê?

Bom Trabalho!!!
Renata Silva

ANEXO VIII - FICHA DE TRABALHO N.º 4

FICHA DE TRABALHO N.º 4

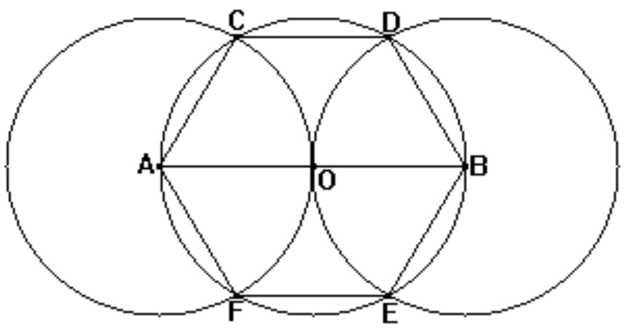
POLÍGONOS INSCRITOS EM CIRCUFERÊNCIAS

Para cada alínea usa o espaço em branco para registares as respostas a **todas** as questões dessa alínea.

Tarefa 1

1.1 Sabes como se inscreve um hexágono regular numa circunferência? Faz a construção com o Cabri-Géomètre:

- Cria um segmento de recta [AB];
- Determina o ponto médio desse segmento e designa-o de O;
- Constrói a circunferência de centro O e diâmetro [AB];
- Observando a figura em baixo completa a tua construção.



1.2 Mede os comprimentos dos lados do hexágono inscrito e o raio da circunferência. O que observas?

É imediato porque é que os lados [AC], [DB], [BE] e [FA] verificam essa condição. E os lados [CD] e [EF]? (Sugestão: Prova que os triângulos [AOC] e [DOB] são equiláteros e que o triângulo [COD] é igual a esses triângulos.)

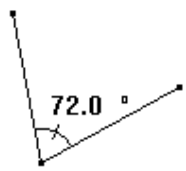
1.3 Determina a medida da amplitude dos ângulos ACD e CDB. O que podes concluir sobre os ângulos internos do hexágono que construíste? Verifica a tua conjectura.

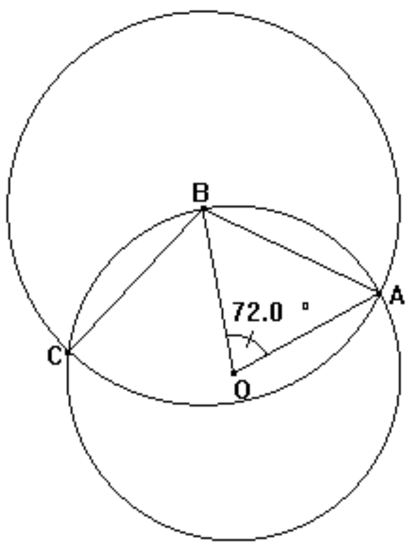
1.4 Relativamente aos ângulos ao centro do hexágono quais as medidas das suas amplitudes? Justifica.

1.5 Será o teu hexágono regular? Porquê?

Tarefa 2

2.1 Constrói um pentágono regular, inscrito numa circunferência. (Sugestão: num pentágono o ângulo ao centro tem de amplitude 72º. Observa a figura abaixo).





2.2 Reflecte sobre a figura que construíste, e na figura da tarefa anterior, e tenta descobrir qual a fórmula que te permite determinar a amplitude dos ângulos ao centro de um polígono regular de n lados. Regista a conclusão.

2.3 Confirma essa fórmula para o quadrado e para o triângulo inscritos numa circunferência.

Tarefa 3

3.1 Volta para o pentágono da tarefa 2. Determina as medidas das amplitudes dos ângulos internos do pentágono que construíste. Regista-as.

3.2 A partir dos vértices do pentágono constrói todos os possíveis triângulos no pentágono. Classifica esses triângulos quanto aos lados e justifica a tua resposta.

3.3 Sabendo que a soma das medidas das amplitudes dos ângulos internos do triângulo é 180º calcula qual será a medida das amplitudes dos ângulos OAB e ABO. Confirma os teus cálculos no Cabri-Géomètre.

3.4 Relaciona a medida da amplitude do ângulo ABC com as medidas das amplitudes dos ângulos ABO e OBC.

3.5 Determina qual a soma das medidas das amplitudes de todos os ângulos internos do pentágono.

3.6 Qual será a fórmula que permite calcular a soma das amplitudes dos ângulos internos de um polígono de n lados? Tenta descobri-la.

3.7 Confirma se a tua fórmula está correcta aplicando-a ao hexágono, ao quadrado e ao triângulo que construíste.

Tarefa 4

4.1 Utilizando o hexágono da tarefa 1, une os seus vértices de modo a obteres seis triângulos. Como os classificas quanto aos lados? Justifica.

4.2 Marca a altura de um dos triângulos. Sabendo que a altura do triângulo é designada de apótema, escreve a fórmula que te permite obter a área de um triângulo a partir do seu apótema.

4.3 Com base na figura, determina a fórmula que te dará a área do hexágono. E no final exprime-a em função do perímetro.

4.4 Generaliza-a de forma a que consigas calcular a área de qualquer polígono regular.

Bom Trabalho!!!

Renata Silva

ANEXO IX - FICHA DE TRABALHO N.º 5

FICHA DE TRABALHO N.º 5

ROTAÇÃO, SIMETRIA E TRANSLAÇÃO

Para cada alínea usa o espaço em branco para registares as respostas a **todas** as questões dessa alínea.

Tarefa 1

1.1 Desenha um polígono de 5 lados de vértices [A,B,C,D,E]. Marca um ponto O exterior ao polígono.

1.2 Aplica ao polígono inicial uma rotação de centro O e amplitude 60º.

1.3 Compara as medidas dos comprimentos dos lados correspondentes das figuras inicial e final. O que concluís?

1.4 Compara as medidas das amplitudes dos ângulos correspondentes das figuras inicial e final. O que concluís?

1.5 O que verificas quanto ao sentido dos ângulos correspondentes das figuras inicial e final?

1.6 Enuncia as propriedades da rotação.

1.7 Constrói uma recta exterior ao polígono. Aplica agora ao polígono inicial uma simetria axial em relação à recta construída.

1.8 Compara as medidas dos comprimentos dos lados e das amplitudes dos ângulos correspondentes das figuras inicial e final. O que concluís?

1.9 O que verificas quanto ao sentido dos ângulos correspondentes das figuras inicial e final?

1.10 Regista as propriedades da simetria axial.

1.11 Constrói um vector no ecrã. Aplica ao polígono uma translação associada a esse vector.

1.12 Compara as medidas dos comprimentos dos lados e das amplitudes dos ângulos correspondentes das figuras inicial e final. O que concluís?

1.13 O que verificas quanto ao sentido dos ângulos correspondentes das figuras inicial e final?

1.14 Regista as propriedades da translação.

Tarefa 2

2.1 Constrói um quadrado de vértices A, B, C e D.

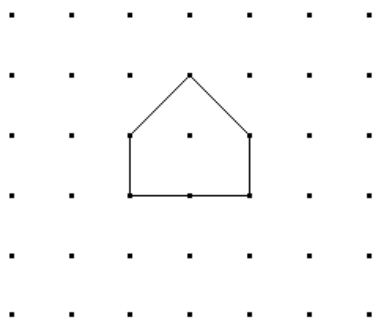
2.2 Traça as diagonais do polígono e designa por O a sua intersecção.

2.3 Qual o transformado do quadrado, na rotação de centro O e 90º de amplitude?

2.4 Descobre outras isometrias – aplicações, como a rotação, simetria ou translação, que conservam as medidas - que deixem invariante o polígono.

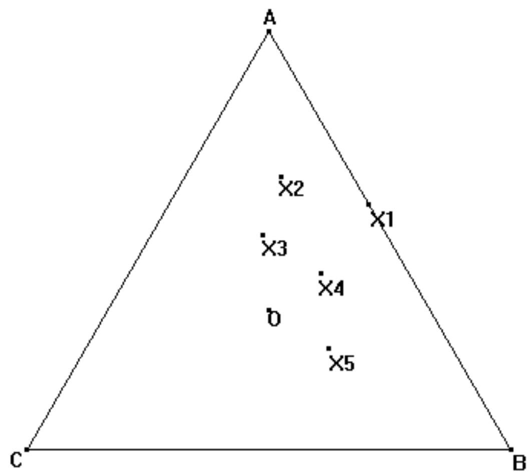
Tarefa 3

3. Abre a figura no Cabri-Géomètre (ficha5_t3) onde se apresenta um pentágono num plano, tal como mostra o desenho abaixo.



3.1 Esta figura pode pavimentar o plano? Faz tentativas com as isometrias que fazem parte das ferramentas do Cabri-Géomètre e atribui uma cor a cada uma delas.

Tarefa 4 - O pequeno chinês



4.1 Abre no Cabri-Géomètre a figura apresentada (Ficha5_t4)

4.2 Cria a imagem dos cinco pontos por uma **rotação** de centro O e amplitude 120º. Designa-os de X1', X2', X3', X4' e X5'.

4.3 Constrói o polígono A, X1, X2, X3, X4, X5, O, X5', X4', X3', X2' e X1'.

4.4 Cria a imagem **simétrica** desse polígono em relação à recta [AC] e identifica os novos pontos por Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, O', Y1', Y2', Y3', Y4' e Y5'.

4.5 Constrói o novo polígono, A, X1, X2, X3, X4, X5, O, X5', X4', X3', X2', X1', Y5', Y4', Y3', Y2', Y1', O', Y5, Y4, Y3, Y2 e Y1.

4.6 Cria a imagem desse polígono por uma **rotação** de centro A e amplitude 120º. Repete a operação para o novo polígono de modo a obteres um terceiro polígono.

4.7 Preenche cada polígono com uma cor (vermelho, amarelo e azul)

4.8 Constrói os vectores [AB], [BA], [AC], [CA], [BC] e [CB].

4.9 Constrói imagens dos polígonos pelas seis **translações** definidas.

4.10 Compara o teu desenho com o que se encontra guardado no Cabri-Géomètre de nome Ficha5_t4_Final.

Bom Trabalho!!!

Renata Silva

ANEXO X – QUESTIONÁRIO FINAL

Avaliação do impacte da exploração do Cabri-Géomètre no desenvolvimento de competências transversais e geométricas

Com as respostas a este questionário pretende-se conhecer a tua opinião acerca da forma como foi abordada a Unidade Didáctica “Circunferência e polígonos: rotações”, principalmente no que respeita às potencialidades técnicas e didácticas do software usado - Cabri-Géomètre.

Responde ao questionário com a maior sinceridade. Tenta ser coerente e rigoroso nas tuas respostas.

ATENÇÃO:

- Nos quadros assinala, com um X, a resposta que melhor corresponde à tua opinião.

I. O Cabri-Géomètre na relação ALUNO/SOFTWARE

N.º	Parâmetros	Discordo em Absoluto	Discordo Parcialmente	Concordo Parcialmente	Concordo em Absoluto
1	Foi fácil a familiarização com o Cabri-Géomètre;				
2	O software não é muito atractivo;				
3	Os comandos do Cabri-Géomètre não são simples nem muito intuitivos;				
4	É fácil o controlo deste software;				
5	Este programa estimula a novidade, a imaginação e a criatividade, tornando-se desafiante;				
6	O software é muito complexo;				
7	O mecanismo de ajuda do Cabri-Géomètre é útil e funcional.				

II. O Cabri-Géomètre e a Matemática

N.º	Parâmetros **O Cabri-Géomètre:**	Discordo em Absoluto	Discordo Parcialmente	Concordo Parcialmente	Concordo em Absoluto
8	contribui para uma visão mais positiva da Matemática;				
9	contribui para se perceber melhor a importância da Matemática;				
10	não apresenta valor e potencial educativo que permitam atingir os objectivos para a Geometria;				
11	não se adapta à abordagem dos conteúdos de Geometria que fazem parte do programa do 9º ano de escolaridade;				
12	facilita a aprendizagem da Geometria pelo facto do professor deixar de 'debitar' matéria e incentivar o aluno à exploração dos conteúdos;				
13	não motiva nem incentiva a aprendizagem da Matemática, no geral, e da Geometria, em particular;				
14	permite a elaboração de conjecturas geométricas e respectiva testagem;				
15	permite uma aprendizagem mais activa e dinâmica da geometria;				
16	contribui para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas;				
17	não estimula a imaginação nem promove o desenvolvimento de novas ideias;				
18	promove o desenvolvimento do raciocínio;				
19	permite uma construção mais eficaz de conceitos geométricos;				
20	não permite o desenvolvimento de actividades duma forma autónoma;				

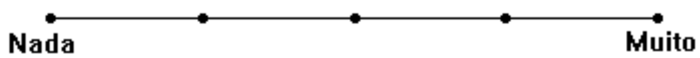
21	permite a pesquisa de propriedades e relações entre objectos matemáticos através da manipulação directa desses objectos;				
22	permite a visualização de alguns aspectos essenciais da matéria abordada;				
23	possibilita a realização de tarefas por vezes inacessíveis, em papel;				
24	não permite relacionar a geometria com a vida quotidiana, com outras disciplinas ou com outros conteúdos matemáticos;				
25	não facilita a interacção na sala de aula entre alunos;				
26	facilita a comunicação na sala de aula entre os alunos e o professor;				
27	permite que o aluno se sinta responsável pela sua própria aprendizagem;				
28	só serve para nos distrairmos um bocado.				

III. Outros aspectos relacionados com a experiência

ATENÇÃO:

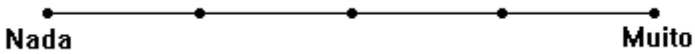
❖ Nos casos em que tens um segmento de recta que inicia com ‘Nada’ e termina com ‘Muito’, como nas questões 29 e 30, assinala com uma cruz o ponto onde situas a tua preferência.

29. Consideras que os materiais de apoio disponibilizados estavam adequados aos conteúdos e ao software?



Justifica.

30. Achas importante o uso do Cabri-Géomètre no ensino e na aprendizagem da Geometria?



Justifica.

31. Escreve sobre o que mais gostaste nas aulas em que usaste o Cabri-Géomètre.

32. Escreve sobre o que menos gostaste nas aulas em que usaste o Cabri-Géomètre.

Obrigada pela tua colaboração! ☺

ANEXO XI – RELATÓRIO DE UM PAR DE ALUNOS SOBRE AS FUNCIONALIDADES DO CABRI

Relatório:

No passado dia 1 de Março de 2004 iniciamos uma exploração de um programa de matemática que tem a ver com a geometria. Assim, com a ajuda do computador exploramos o programa "Cabri Geometre II" descobrindo as suas capacidades.

Ficamos então a saber que estre programa faz rectas, polígonos regulares e irregulares, triângulos, circunferências ... e ainda mede o raio, o diâmetro, o comprimento, o largura, o perímetro, a área e os ângulos.

Podemos rodar as figuras e pô-las em movimento e aumentar e diminuir o tamanho e escolher a espessura do traço.

Podemos também construir tabelas, gráficos e referênciais cartesianos.

Assim ficamos a conhecer melhor o programas para podermos trabalhar nele sem dificuldades.